

INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL
“ESTUDIO GEOTÉCNICO: ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN
PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PUENTE, SOBRE RIO SAN ANTONIO
MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR”

LISBETH CAROLINA AGUILAR LOPEZ
CÓDIGO: 201110011399

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA INGENIERIA GEOLÓGICA
VALLEDUPAR-CESAR

2016

**INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL
ESTUDIO GEOTÉCNICO: ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN
PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PUENTE, SOBRE RIO SAN ANTONIO
MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR**

LISBETH CAROLINA AGUILAR LOPEZ

**Informe de práctica empresarial presentado como requisito para optar al
título de INGENIERO GEOLOGO**

Director de prácticas

FABIO CARRILLO

Ingeniero Geólogo

Asesor temático

JUAN MIGUEL ORTEGA

**Ingeniero en Minas Magister en Ingeniería Geotecnia y Geomecánica
aplicada en Minería**

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA INGENIERIA GEOLÓGICA

VALLEDUPAR-CESAR

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director del Proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Valledupar, 12 Septiembre 2016

DEDICATORIA

A mis padres ejemplo de superación y humildad, gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome su bendición, amor y apoyo. Gracias por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida.

AGRADECIMIENTOS

Dios tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son el resultado de tu ayuda, gracias a ti esta meta está cumplida y estoy segura de tu respaldo eterno hacia mí.

A mis padres quienes son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, quienes me inculcaron las bases de responsabilidad y deseo de superación, gracias por confiar en mí. A mis hermanos (Nene y Kosa), en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar, pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlos cada día más. A todos mis familiares por su apoyo, a todos aquellos que siguen estando cerca de mí y que le regalan a mi vida algo de ellos.

Gratifico a las empresas JP INGENIERIA CIVIL S.A.S, EXPLOMINERALES DE LA COSTA S.A; quienes me abrieron sus puertas para tener mi primera experiencia laboral, brindándome todos los recursos para desempeñarme y ser apoyo en cada una de ellas.

Agradezco a la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Valledupar por ser mi claustro de formación, por la búsqueda diaria de la calidad para lograr en mí una profesional competente; especialmente al equipo de docentes del programa ingeniería geológica por la orientación académica, los conocimientos impartidos, el interés y la dedicación a lo largo de mi formación.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	15
1. PRESENTACION DE LA EMPRESA	16
1.1. RESEÑA HISTORICA	16
1.2. ÁSPECTOS ESTRATÉGICOS	16
1.2.1 Misión	16
1.2.2 Visión	16
1.3 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	18
2. INFORME DE LA PRÁCTICA	21
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA DEPENDENCIA EN LA QUE SE REALIZO LA PRÁCTICA	21
2.2 INFORME DE GESTIÓN	21
2.2.1. Informe de Funciones	21
2.2.2 Logros alcanzados	22
2.2.3 Impactos percibidos	23
3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	24
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	25
4. OBJETIVOS	26
4.1 Objetivo General	26
4.2. Objetivos Específicos	26
5. RESULTADOS ESPERADOS	27
6. MARCO DE REFERENCIA	28
6.1 LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
6.2 LOCALIZACIÓN LOCAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	29
7. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA	31
7.1 TEMPERATURA	36
7.2 HUMEDAD RELATIVA	37

7.3 EVAPORACIÓN	38
7.4 BRILLO SOLAR	39
7.5 PRECIPITACIÓN	40
8. GEOLOGÍA REGIONAL: CUENCA CESAR - RANCHERIA	42
8.1 ESTRATIGRAFÍA	42
8.1.1 FORMACIÓN LA QUINTA	43
8.1.2 FORMACIÓN RIO NEGRO	45
8.1.3 FORMACIÓN LAGUNITAS	46
8.1.4 FORMACIÓN AGUAS BLANCAS	48
8.1.5 FORMACIÓN EL MOLINO	51
8.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	54
8.2.1 PLIEGUES	55
8.2.1.1 Sinclinal de la Loma y Anticlinal del Tucuy	55
8.2.1.2 Sinclinal de Ranchería	55
8.2.1.3 Sinclinal los Venados, Anticlinal de la Estancia, Anticlinal de Becerril	55
8.2.1.4 Sinclinal de La Jagua	55
8.2.1.5 Anticlinal de La Jagua	55
8.2.1.6 Sinclinal de Nueva Granada	56
8.2.2 FALLAS	56
8.2.2.1 Falla de Santa Marta – Bucaramanga	56
8.2.2.2 Falla de Oca	56
8.2.2.3 Falla de Ranchería	56
8.2.2.4 Falla de Cerrejón	57
8.2.2.5 Falla de Perijá	57
8.2.2.6 Falla de Arenas Blancas	57
8.2.2.7 Falla Nueva Granada	57
8.3 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA	58
8.3.1 PALEOZOICO	58
8.3.2 TRIÁSICO - JURÁSICO	58
8.3.3 BARREMIANO – APTIANO TEMPRANO	59

8.3.4 APTIANO TARDIO – SANTONIANO	60
8.3.5 CAMPANIANO	61
8.3.6 PALEOCENO	63
8.3.7 EOCENO – OLIGOCENO	64
8.3.8 MIOCENO – PLEISTOCENO	65
9. GEOLOGÍA LOCAL	66
9.1. Región Serranía de Perijá	68
9.1.1 Rocas Metamórficas	68
9.1.2 Rocas Ígneas	70
9.2. Región Norte de la Cordillera Oriental	73
9.2.1 Rocas Metamórficas	73
9.2.2 Rocas Ígneas	74
9.2.3 Sedientos Recientes	74
9.2.4 Rocas Sedimentarias	75
9.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	79
9.4 HIDROGRAFÍA	80
9.4.1 Cuenca del Arroyo San Antonio	81
9.5 FISIOGRAFÍA	82
9.6 GEOMORFOLOGÍA	84
10. MARCO DE ANTECEDENTES	87
11. MARCO TEÓRICO	89
11.1 Estudio Geotécnico	89
11.2 Análisis granulométrico	92
11.3 Sistema unificado de clasificación de suelos	93
11.4 clasificación de suelos según aashto	94
11.5. Ensayo de penetración estándar (SPT)	95
11.6 Teoría Terzaghi	99
12. MARCO CONCEPTUAL	101
13. METODOLOGÍA	103
14. CRONOGRAMA	108

15. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	109
16. PARAMETROS DE DISEÑO	112
17. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA	119
18. LOGROS ALCANZADOS	121
19. IMPACTOS PERCIBIDOS POR EL ESTUDIANTE	122
19.1 LIMITACIONES	122
20. CONCLUSIONES	123
21. RECOMENDACIONES	127
FUENTES DE INIFORMACIÓN	128

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación climática de Köppen	32
Tabla 2. Tipos de clima grupo A (sistema de Köppen)	34
Tabla 3 Temperatura mensual multianual estación CO Socomba (°C)	36
Tabla 4 Humedad relativa mensual multianual estación CO Socomba (%)	37
Tabla 5. Evaporación mensual multianual estación CO Socomba (mm)	38
Tabla 6. Brillo solar mensual multianual estación CO Socomba (horas)	40
Tabla 7 Precipitación mensual multianual estación PM La Jagua (mm)	40
Tabla 8. Principales unidades geomorfológicas en La Jagua de Ibirico	84
Tabla 9. Ensayos típicos del laboratorio y campo usados en la ingeniería geotécnica.	90
Tabla 10. Valores típicos de propiedades de los suelos.	91
Tabla 11. Clasificación USCS de suelos.	93
Tabla 12. Clasificación de Suelos Según AASHTO	94
Tabla 13. Consideraciones geotécnicas para suelos granulares	98
Tabla 14. Consideraciones geotécnicas para suelos arcillosos.	98
Tabla 15. Perfil estratigráfico: Sondeo 1	106
Tabla 16. Perfil estratigráfico: Sondeo 2	107
Tabla 17. Cronograma de actividades.	108
Tabla 18. Resultados del ensayo de penetración estándar (SPT), Sondeo 1.	111
Tabla 19. Resultados del ensayo de penetración estándar (SPT), Sondeo 2.	111
Tabla 20. Determinación del Angulo de fricción.	112
Tabla 21. Determinación de los parámetros del suelo para la determinación de la capacidad de carga.	113
Tabla 22. Determinación de la capacidad de carga de la cimentación.	114
Tabla 23. Determinación del factor.	116
Tabla 24. Potencial de expansión de los suelos.	118
Tabla 25. Periodos de retorno para obras de drenaje vial.	119

Tabla 26. Tabla de chequeo para el pre-dimensionamiento del puente.	120
Tabla 27. Logros alcanzados.	121
Tabla 28. Características de los suelos, según análisis en el laboratorio	124
Tabla 29. Resumen resultado de análisis granulométricos de muestras.	125
Tabla 30. Ventajas y desventajas SPT.	126

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización municipio de la Jagua de Ibirico, Cesar.	28
Figura 2. Localización del área de estudio.	29
Figura 3. Vía de acceso al área de estudio.	30
Figura 4. Mapa Mundial de la clasificación climática de Köppen.	33
Figura 5. Distribución de estaciones meteorológicas IDEAM.	35
Figura 6. Temperatura mensual multianual estación CO Socomba.	36
Figura 7. Humedad relativa mensual multianual estación CO Socomba.	38
Figura 8. Evaporación mensual multianual estación CO Socomba (mm).	39
Figura 9. Precipitación mensual multianual estación PM La Jagua (mm).	41
Figura 10. Columna estratigráfica de la Cuenca Cesar.	42
Figura 11. Columna estratigráfica de la Formación la Quinta.	44
Figura 12. Columna estratigráfica de la Formación Rio Negro.	47
Figura 13. Columna estratigráfica del Grupo Cogollo, correspondiente a las Formaciones Lagunita y Aguas Blancas.	53
Figura 14. Marco tectónico del norte de Colombia con la dirección de los esfuerzo principales que afectan la cuenca Cesar.	54
Figura 15. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Titoniano.	59
Figura 16. Marco tectónico en el margen Noroccidental de Suramérica en el Aptiano	60
Figura 17. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Albiano.	
Figura 18. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Campaniano.	62
Figura 19. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Paleoceno.	63
Figura 20. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Eoceno.	

Figura 21. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Mioceno.	65
Figura 22. Geología del Municipio de la Jagua de Ibirico.	66
Figura 23. Columna estratigráfica Geología Municipio de la Jagua de Ibirico.	77
Figura 24. Diagrama de correlación de las unidades de la Jagua de Ibirico.	78
Figura 25. Patrón de drenaje Caño San Antonio.	82
Figura 26. Fisiografía del municipio de La jagua de Ibirico.	83
Figura 27. Tamices: Estudio Granulométrico.	92
Figura 28. Esquema toma de muestra (Ensayo penetración estándar	95
Figura 29. Falla por capacidad de carga en el suelo.	99
Figura 30. Localización de los sondeos en el área de estudio.	104
Figura 31. característica geotécnica del terreno estudiado.	126

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Oficina supervisión.	130
Anexo B. Análisis petrográficos e área de estudio.	130
Anexo C. Extracción de núcleos de concreto.	131
Anexo D. Análisis peso unitario método cono de arena.	131
Anexo E. Esclerometría.	132
Anexo F. Extracción de muestra de suelo – base granular.	132
Anexo G. Recolección de muestra en pilas, planta de trituración de agregados pétreos.	133
Anexo H. Inspección en campo.	134
Anexo I. Ejecución ensayo de penetración estándar.	135
Anexo J. Ensayos en el laboratorio de suelos.	136
Anexo K. Informe de ensayo de penetración normal.	137
Anexo L. Informe de Estudio Geotécnico Sondeo 1.	138
Anexo M. Informe de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg.	139
Anexo N. Informe de estudio geotécnico Sondeo 2.	145
Anexo O. Informe de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg.	146
Anexo P. Carta laboral JP laboratorio de suelos, asfaltos y concretos S.A.S.	152
Anexo Q. Carta laboral Explominerales de la costa S.A.	153

INTRODUCCIÓN

Es fundamental para cualquier estudio de construcción, determinar las características principales que nos conlleven a la información tanto geológica como geotécnica, siendo este el punto de partida para diseñar de manera apropiada, con base en costos reales estrategias que satisfagan los propósitos del proyecto, Teniendo en cuenta las características de la capacidad de carga, establecer las propiedades que nos permitan realizar la evaluación del diseño de construcción de un puente en vías terciarias.

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis geotécnico realizado en vía terciaria del municipio de la Jagua de Ibirico, Cesar; donde se proyecta la construcción de un puente sobre río San Antonio.

Inicialmente se relaciona toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del sub-suelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica.

Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trata lo concerniente al proceso constructivo de la misma; se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1.1. BREVE RESEÑA HISTORICA

JP INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SAS, es una empresa cuya sede principal se encuentra en la ciudad de Valledupar departamento del Cesar, desde el año 2013.

Surge con la iniciativa de aprovechar la experiencia de los profesionales altamente calificado en el área de la Ingeniería Civil, en el control de materiales (Suelo, concreto y asfalto) además del conocimiento en la mecánica de suelos con el objetivo de brindar un servicio actualizado a la luz de la normativa vigente, haciendo uso de su personal idóneo y equipos óptimos.

1.2. ÁSPECTOS ESTRATÉGICOS

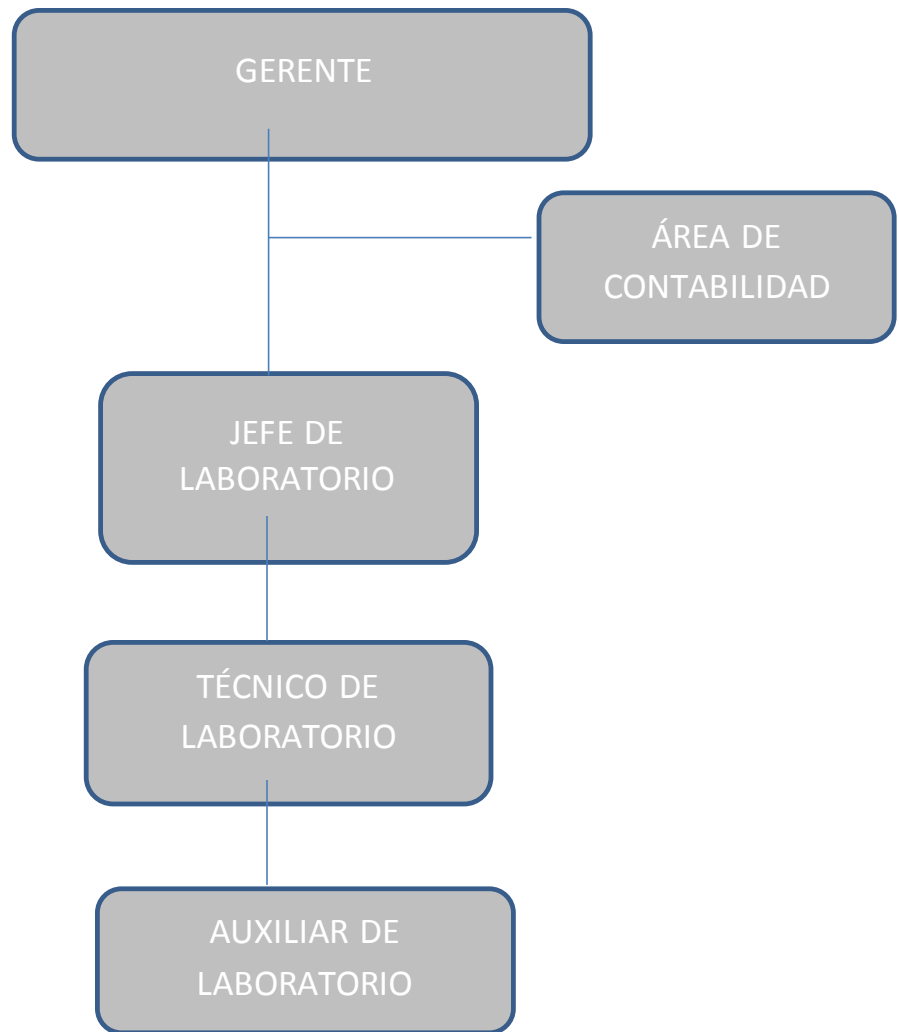
1.2.1. Misión

“Brindar un servicio profesional de calidad integral, garantizando a nuestros clientes confianza en los resultados con el fin de entregar las herramientas necesarias para la toma de decisiones técnicas y económicas más viables en sus proyectos. Al mismo tiempo creemos en el mejoramiento continuo para elevar nuestra competitividad y eficiencia, manteniendo los estándares que exige la norma vigente”.

1.2.2. Visión

“Buscar que nuestra empresa tenga un alto posicionamiento ético y profesional en el mercado como garante de las buenas prácticas ingenieriles en el control de calidad de materiales y la optimización de procesos constructivos ayudando así a que cada día las obras sean técnicamente mejores”.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



Organigrama .Fuente: Administración JP Ingeniería civil

1.3 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Ensayos de laboratorio para:

- Suelos:

Ensayo de penetración normal (S.P.T.) y muestreo con tubo partido.

Determinación en el laboratorio del contenido de agua de los suelos.

Análisis granulométrico por tamizados.

Determinación del límite líquido, determinación del límite plástico e índice de plasticidad.

Determinación del límite de contracción.

Determinación del peso específico y de la llenante mineral.

Determinación de suelos expansivos.

Equivalente de arena de suelos y agregados finos.

Relaciones de peso unitario - humedad en los suelos equipo normal.

Relaciones de peso unitario - humedad en los suelos equipo modificado.

Determinación de la densidad y humedad de equilibrio.

Relación de soporte del suelo en el laboratorio (C.B.R. de laboratorio).

Determinación de la humedad en los suelos mediante un probador con carburo de calcio.

Peso unitario en el terreno (método del cono de arena).

Relación de soporte del suelo en el terreno (C.B.R. IN SITU)

- Agregados Pétreos:

Determinación de los terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados.

Contenido aproximado de materia orgánica en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos.

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.

Cantidad de material fino que pasa el tamiz no. 200.

Análisis granulométrico de la llenante mineral.

Contenido total de agua de los agregados por secado.

Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados.

Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles.

Resistencia al desgaste de los agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (3/4") por medio de la máquina de los ángeles.

Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfatos de sodio o magnesio.

Peso específico y absorción de agregados finos.

Peso específico y absorción de agregados gruesos.

Humedad superficial en agregados finos.

Porcentaje de caras fracturadas en los agregados.

Índice de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras

- Concretos Hidráulicos:

Toma de muestras de concreto fresco

Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión

Asentamiento del concreto (SLUMP)

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Resistencia a la flexión del concreto. Método de la viga simple cargada en los tercios de la luz

Resistencia a la flexión del concreto. Método de la viga simple cargada en el punto central

- Asfalto:

Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos

Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes parafinados

Peso específico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos

Porcentaje de vacíos con aire en mezclas asfálticas compactas densas y abiertas
Cubrimientos de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua (stripping)

Adherencia en bandeja

Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato marshall

Cubrimiento del agregado con emulsiones asfálticas

Análisis granulométrico de los agregados extraídos de mezclas asfálticas

- Ensayos sobre las características superficiales y estructurales de pavimentos

Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento flexible empleando la viga benkelman

2. INFORME DE LA PRÁCTICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA DEPENDENCIA EN LA QUE SE REALIZO LA PRÁCTICA

Durante mi periodo de practica aplique los conocimientos en el área de control de calidad de los materiales de construcción a los constructores, supervisores y personas particulares en el laboratorio de suelos, asfalto y concreto; en forma eficiente, garantizando confiabilidad en resultados de los ensayos, con base en las metodologías y especificaciones técnicas aplicadas, contenidas en las normas AASHTO, ASTM y especificaciones que rigen las construcciones en nuestro país. Realizando el seguimiento en todos los procedimientos de las funciones, las responsabilidades de cada puesto de trabajo, de manera que se asegurara la idoneidad para el desarrollo de las actividades que influyen en la calidad de los ensayos; y en casos que fueran necesarios aplicar medidas correctivas.

2.2. INFORME DE GESTIÓN

2.2.1. Informe de funciones

La responsabilidad adquirida en la empresa JP ingeniería civil: Laboratorio de suelos, concreto y asfalto SAS; consistió en prestar asistencia profesional en el proyecto realizado. Llevando a cabo las siguientes responsabilidades:

- Cartografía geológica del área a trabajar.
- Dirigir y coordinar en campo ensayo de penetración estándar
- Descripción de los suelos encontrados en los sondeos.
- Análisis Granulométrico (Límites Líquido – Plástico e índice de Plasticidad) de las muestras obtenidas en campo.
- Calcular los parámetros de diseño teniendo en cuenta los resultados del SPT.
- Calculo de asentamiento de los suelos arenosos.
- Identificación de los suelos expansivos.
- Análisis de información en laboratorio y campo.
- Elaboración del informe de trabajo realizado.

Adicionalmente participando en la dirección de las acciones y procedimientos en la rehabilitación y/o mejoramiento de diferentes tramos viales en el departamento del Cesar determinando la calidad de los suelos, concreto y asfalto; organizando, gestionando y efectuando la recolección de muestras y especímenes para su análisis y ensayos, de acuerdo a las normas respectivas.

Durante los meses de junio y julio, además me delegaron funciones en la supervisión del Control de calidad en la planta de trituración de agregados pétreos Explominerales de la Costa S.A con las siguientes responsabilidades:

- Supervisión y clasificación de la materia prima antes de entrar en el proceso.
- Ensayos durante el proceso a los materiales objeto de producción.
- Evaluaciones permanentes de calidad a las arenas y triturados (granulometrías, pasa malla 200, humedad, gradaciones, densidades, masas unitarias sueltas, masas unitarias compactas, dureza del material, desgaste en la máquina de los Ángeles, proctor modificado etc...)

2.2.2 Logros alcanzados

Se aplicó a la realidad organizacional, los conocimientos, las habilidades y las destrezas aprendidas en la carrera profesional; para tener conciencia de las fortalezas en un futuro desempeño profesional.

Reestructuré el sistema de archivo, diseñando los formatos de informes de análisis de cada uno de los ensayos y reorganicé toda la información existente de tal manera que su búsqueda se vuelva más rápida y eficiente.

Se comprendió el funcionamiento cotidiano de una empresa, viviendo con compromiso, responsabilidad y sentido de pertenencia en las diferentes actividades competentes a la profesión de un ingeniero geólogo.

Capacite a los empleados de la empresa, sobre la actualización de normativas de procedimientos en campo y laboratorio.

Supervise obras civiles, fiscalizando las operaciones en la rehabilitación – mejoramiento de la avenida Simón bolívar en la ciudad de Valledupar.

2.2.3 Impactos percibidos por el estudiante

Esta experiencia me permitió fortalecer y desarrollar competencias a través de la aproximación de un contexto real de trabajo, incursionando en un área fascinante como es la aplicación de la geotecnia en obras civiles.

Fue satisfactorio desempeñarme en un papel que me permitió desarrollarme de forma integral asumiendo responsabilidades, compromisos que me ayudaron a crecer a nivel general poniendo en práctica los principios y valores inculcados de una perspectiva profesional adquirida y aplicando los conocimientos que la universidad me dio de formar teórica logrando llevarlos a la práctica, adquiriendo pensamiento crítico y autónomo con suficiente liderazgo para enfrentar todos los retos que se me presentaron en el transcurso de ella, cumpliendo instrucciones para tener buen desempeño profesional en la empresa, llevando a cabalidad todas las responsabilidades que como profesional se adquieren .

3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

“ESTUDIO GEOTÉCNICO: ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE EN PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PUENTE, SOBRE RIO SAN ANTONIO MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR”.

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La geología de los municipios del centro del cesar nos lleva a analizar de manera detallada la interpretación de las formas de relieve, para reconocer y caracterizar los sistemas y procesos que sirven para interpretar su génesis y comportamiento.

Los estudios geotécnicos nos representan una forma segura de interpretar y brindar los aspectos técnicos que nos aseguren la viabilidad de cualquier proyecto donde su eje fundamental sea el suelo.

No cabe en cualquier concepción racional de un proyecto, la idea de diseñar una estructura sin prever la respuesta de la misma frente a las solicitaciones a que va a ser sometida. El terreno, finalmente, no deja de ser un elemento estructural del proyecto, cuyo comportamiento requiere ser previsto.

El proyecto surge de la necesidad de los habitantes del municipio de la Jagua de Ibirico que desde hace muchos años han manifestado la realización de pavimentación de vías terciarias que comunican el casco urbano a la zona rural.

Para este proyecto se deben tener estudios geotécnicos en base a ensayos de laboratorio que garanticen las condiciones del terreno sobre el cual va a ir la estructura en este caso el puente sobre el rio San Antonio para diseñar de la mejor manera y satisfacer a la comunidad.

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Es importante garantizar en todo trabajo la calidad del mismo y la permanencia a lo largo de los años de estos y más cuando hablamos de obras civiles, las experiencias del pasado y las consecuencias de la mala planeación nos han demostrado diferentes consecuencias negativas, que nos llevan a replantear las estructuras iniciales generando sobre costos no contemplados por no tener claridad en las características del suelo. Los análisis geotécnicos basados en levantamientos geológicos de superficie realizados por profesionales nos generan el punto de partida y la garantía inicial al momento de construir puentes en formaciones inestables por su topografía.

Es de resaltar que un informe geotécnico es el resultado de los trabajos de inspección y caracterización del subsuelos afectado por una obra de ingeniería; motivados por la necesidad de conocer el comportamiento del terreno ante la influencia de las mismas, y que además de comprender los aspectos descriptivos formales del terreno.

La recolección de muestras representativas de suelo perturbado nos permitirá cuantificar la resistencia del suelo a la penetración a diferentes profundidades en un depósito geológico, generando la información necesaria para realizar las recomendaciones que garanticen el éxito de la obra a realizar.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la capacidad portante en proyecto de construcción de puente, en vía terciaria sobre río San Antonio (Municipio de la Jagua de Ibirico, Cesar).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar visita de reconocimiento al área de construcción del puente sobre el río San Antonio en el municipio de la Jagua de Ibirico (Cesar); para determinar ubicación y cuantificación de los puntos de sondeos a establecer.

Ejecutar el ensayo de penetración estándar (SPT) en el área de construcción del puente sobre el río San Antonio en el municipio de la Jagua de Ibirico (Cesar).

Determinar propiedades geotécnicas (humedad, índice de plasticidad, clasificación AASHTO y USC, número N del SPT, cohesión, ángulo de rozamiento interno) en el laboratorio JP Ingeniera Civil “Suelos, Asfaltos y Concretos”.

Evaluar los resultados, producto de la caracterización geotécnica y plasmar recomendaciones técnicas para la construcción del puente sobre el río San Antonio en el municipio de la Jagua de Ibirico (Cesar).

5. RESULTADOS ESPERADOS

A partir del análisis geotécnico (ensayo de penetración estándar SPT y toma de muestras alteradas mediante sondeos) realizado en el área adyacente al río San Antonio donde se pretende construir un puente en vía terciaria en el municipio de La Jagua de Ibirico; se plantean los siguientes resultados deseados:

- Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del sitio.
- Analizar de las características geológicas y geomorfológicas de la zona objeto de estudio.
- Determinar el ángulo de fricción interna y coeficiente de empuje pasivo del terreno de cimentación.
- Establecer las propiedades índice y de resistencia de los suelos.
- Recomendar la profundidad y el sistema de cimentación más apropiado de acuerdo a las características de la estructura, de la geología y de los suelos.
- Determinar el comportamiento del sistema suelo-estructura (asentamientos, problemas potenciales) y los métodos constructivos más adecuados.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 UBICACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO



Figura 1. Localización municipio de la Jagua de Ibirico, Cesar. Fuente: Google maps

La superficie del municipio de la Jagua de Ibirico es aproximadamente de 728,93km², su población total está estipulada 22,391 habitantes (proyección Dane 2009) su cabecera urbana se estima 17,684ha, y 4,707 su población rural.

Limites

Se encuentra ubicado en la parte noroccidental del departamento del cesar, limita por el norte con el municipio de Becerril, desde el nacimiento del Río Tucuy en la cuchilla de Cerro Azul, por el sur con el municipio de Chiriguaná, por el este con la República Bolivariana de Venezuela y por OESTE con el municipio de El Paso.

6.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Figura 2. Localización del área. Fuente: Google Earth



Figura 3. Vía de acceso al área de estudio

El tramo vial se encuentra al este (E) del municipio de La Jagua de Ibirico, localmente conocida como la vía la Yee; que comunica la cabecera del municipio hacia la vereda La Estrella. Recorrido de 3 Km.

7. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera, debido a las variaciones de altura y accidentes geográficos, creando de esta forma unas condiciones características para una región específica durante un espacio de tiempo relativamente amplio, definiendo así los climas locales, regionales o nacionales.

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, éste se describe a partir de variables atmosféricas como precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, velocidad del viento y nubosidad, denominados elementos climáticos. Por lo tanto, el clima es un parámetro que requiere un estudio detallado, dado que este influye en un alto grado en el tipo de suelos y vegetación presentes del área de influencia. A continuación se realiza una descripción a nivel regional y local.

- Descripción general de los tipos de climas según Köppen

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se podrían establecer teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

Divide los climas del mundo en cinco grupos principales, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras. En la siguiente tabla y figura se ilustra la clasificación.

Temperatura		Humedad					
		S	W	F	m	w	S
A	Tropical	–	–	Ecuatorial Af	Monzónico Am	Sabana Aw	Sabana As
B	Árido	Estepario BS	Desértico BW	–	–	–	–
C	Templado	–	–	Pampeano o chino Cfa,	–	Pampeano Cwa, Cwb	Mediterráneo Csa, Oceánico de veranos secos Csb
				Oceánico Cfb			
D	Continental	–	–	Continental Dfa, Dfb,	–	Manchuriano Dwa, Dwb	–
				Subártico Dfc, Dfd			
E	Frío	T		F		H	
		Tundra ET		Polar EF		Alta montaña H	

Tabla 1. Clasificación climática de Köppen. Fuente: Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol.*

World map of Köppen-Geiger climate classification

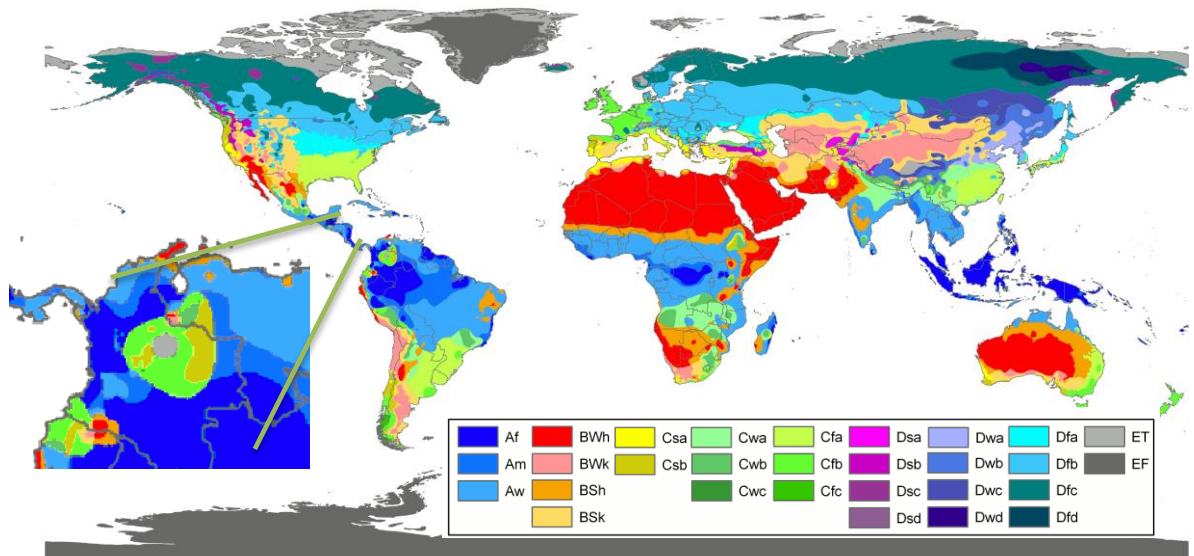


Figura 4. Mapa Mundial de la clasificación climática de Köppen. Fuente: Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol.*

A continuación se menciona cada grupo, subgrupo y tipo de clima que según el análisis de la clasificación propuesta por Köppen, pertenece a la zona de estudio del proyecto. Para cada grupo principal se muestran en una tabla los tipos de clima en que se subdivide, con su vegetación asociada y las regiones en que se encuentran, nombrando algunos ejemplos concretos de zonas representativas.

GRUPO A: TROPICAL

Ningún mes con temperaturas medias inferiores a 18 grados, y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación (no es un clima B). Es el clima de los bosques tropicales.

La segunda letra hace referencia al régimen de precipitaciones:

m: Monzónico. Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es superior a la fórmula $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$.

w: Sabana. Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es inferior a la fórmula $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$.

Dentro del grupo A existen los siguientes tipos de climas.

GRUPO A: TROPICAL	Húmedo, ningún mes con temperaturas inferiores a 18°C	
Am: Monzónico	Cálido todo el año, con una estación seca corta seguida por una húmeda con fuertes lluvias. Es el clima de los bosques monzónicos.	En el oeste de África y sobre todo en el sudeste asiático es donde mejor está representado este clima: Tailandia, Indonesia.
Aw: Sabana	Cálido todo el año, con estación seca. Es el clima propio de la sabana.	Este clima aparece conforme nos alejamos del ecuador, a continuación de la zona Af: Es el clima de Cuba, de amplias zonas de Brasil, del África tropical y de gran parte de la India.

Tabla 2. Tipos de clima grupo A (sistema de Köppen) Fuente: Clasificación Climática de Köppen

- **Análisis de los parámetros climatológicos:**

Para identificar, zonificar y describir las condiciones climáticas de la región del proyecto, se seleccionaron las estaciones suministradas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, acorde a su proximidad geográfica, representatividad y distribución homogénea con respecto a la zona de estudio.

En la siguiente Figura se presenta la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas del área de estudio utilizadas.

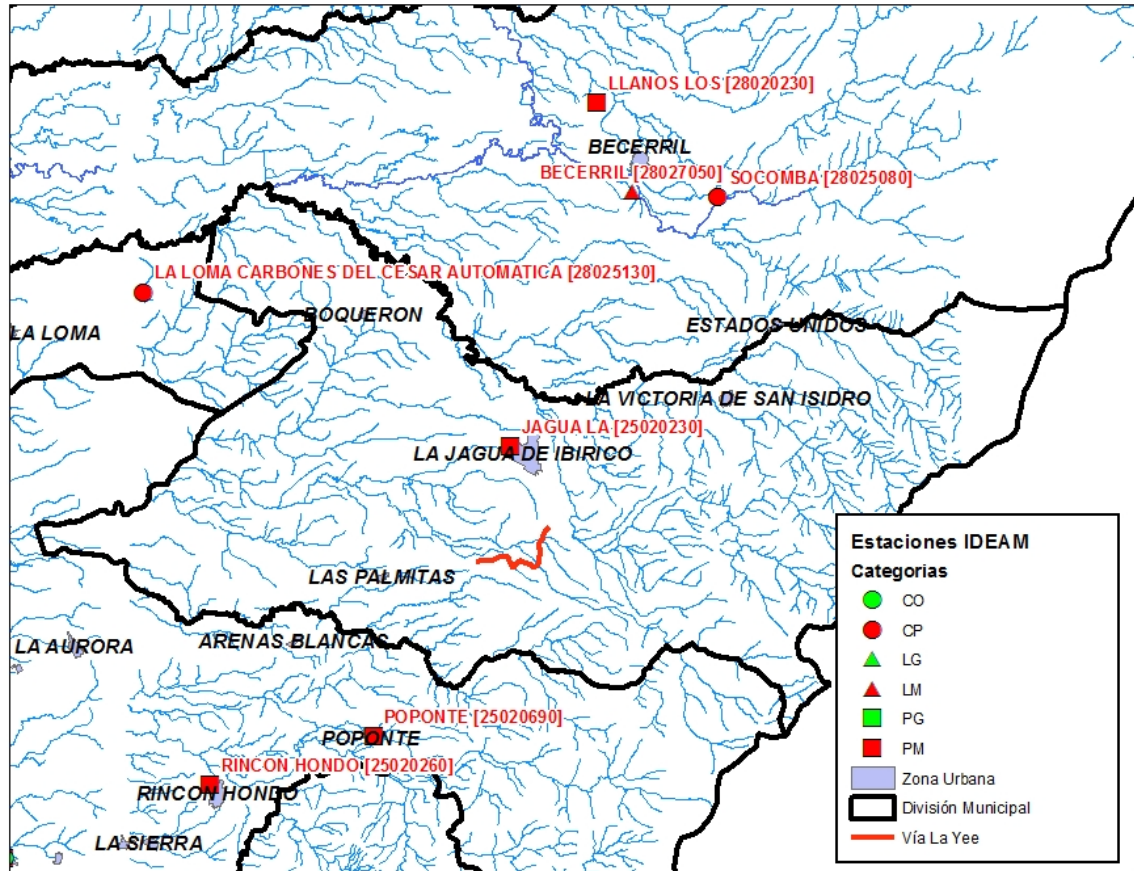


Figura 5. Distribución de estaciones meteorológicas IDEAM. Fuente: El Consultor 2016

Las estaciones utilizadas para el análisis climatológico en el área de estudio son CO Socomba, ubicada en el municipio de Becerril; estación climatológica ordinaria con registros desde el año 1976 y la estación La Jagua, ubicada en el municipio de La Jagua; estación pluviométrica con registros desde el año 1963. En el Anexo 1 Registros Meteorológicos IDEAM se presentan los registros complementarios de estaciones utilizadas para el análisis. La información obtenida de las estaciones del IDEAM fue mensual multianual para los parámetros básicos climatológicos, Temperatura, Humedad Relativa, Evaporación, Brillo Solar y Precipitación.

7.1 TEMPERATURA.

La temperatura es un parámetro esencial para el análisis de las condiciones climatológicas de la región en estudio; además por su directa relación con los procesos de evapotranspiración, crecimiento y formación de las especies vegetales, permite caracterizar en ciertos aspectos la zona de estudio. A continuación, se presentan los valores medios mensuales multianuales de temperatura registrados en la estación Climatológica para el análisis climático del área de estudio; registrando en la zona valores de temperatura mínima de 25,3 (°C) y máxima de 30,8 (°C) en diferentes épocas durante el año.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máximos	30,2	30,3	30,8	30,3	29,0	29,6	30,1	30,5	28,8	28,7	28,5	29,2
Medios	28,2	28,9	28,9	28,3	27,6	27,9	28,1	27,8	27,2	26,7	26,9	27,5
Mínimos	26,3	27,2	27,3	26,4	26,3	26,5	26,5	26,1	25,8	25,3	25,6	25,7

Tabla 3. Temperatura mensual multianual estación CO Socomba (°C) .Fuente: IDEAM 2016

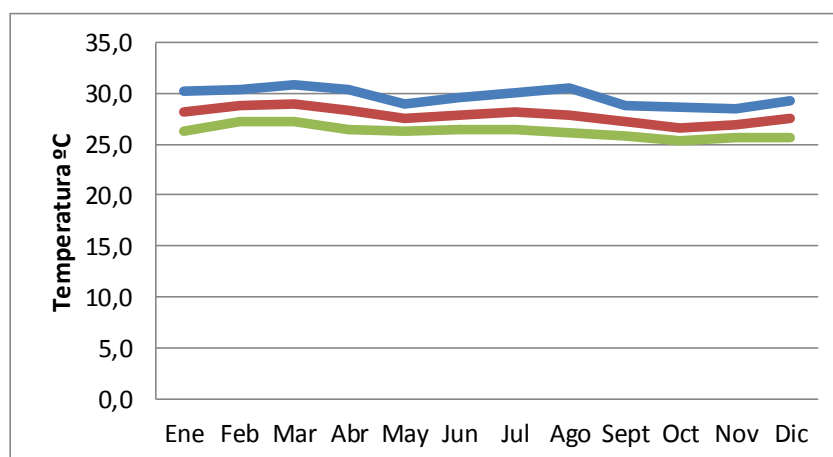


Figura 6. Temperatura mensual multianual estación CO Socomba. Fuente: IDEAM 2016

7.2 HUMEDAD RELATIVA.

La humedad relativa es la relación expresada en tanto por ciento entre la tensión real del vapor de agua y la tensión de saturación a la misma temperatura. La relación humedad relativa y temperatura es inversa: cuando la temperatura aumenta, la capacidad del aire para retener vapor de agua aumenta y la humedad relativa disminuye, mientras que cuando la temperatura disminuye, la capacidad de retención decrece y la humedad relativa aumenta; adicionalmente la relación humedad relativa y precipitación es directa, dado que en los meses de mayores precipitaciones se presentan los más altos valores de humedad relativa dependiendo del régimen pluviométrico de las lluvias. La humedad relativa y la temperatura permiten que la vegetación y la fauna adquieran diferencias fisiológicas de una zona a otra; estos parámetros tienen una relación inversa.

En el análisis de esta variable climática se encontraron valores medios anuales que varían entre el 63% al 89%.

Los periodos donde se presentan las mayores humedades relativas están comprendidos por los meses de mayo a septiembre, siendo mayo y septiembre los meses donde se presentan los valores máximos de 89 y 88% respectivamente. Las menores humedades relativas en promedio se registran durante los meses de enero a marzo con valores menores a 60%.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máximos	80	83	78	84	89	87	86	86	88	87	87	85
Medios	66	66	69	75	81	79	76	78	81	83	81	74
Mínimos	53	55	59	66	73	68	62	62	70	74	72	60

Tabla 4. Humedad relativa mensual multianual estación CO Socomba (%). Fuente: IDEAM 2016.

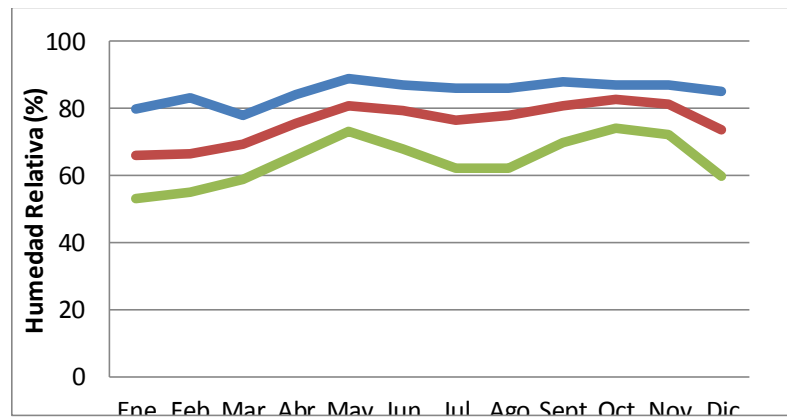


Figura 7. Humedad relativa mensual multianual estación CO Socomba. Fuente: IDEAM 2016.

7.3 EVAPORACIÓN.

La evaporación condiciona la característica energética de la atmósfera y altera las características de las masas de aire en ella existente. Permite conocer las pérdidas de agua en las corrientes, canales, embalses, así como la cantidad de agua que debe ser condicionada para la irrigación. Así mismo, las pérdidas de agua de la superficie del suelo cuando se trabajan diferentes cultivos. Se presentan a continuación los valores medios mensuales multianuales de evaporación (mm).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máximos	241	211	216	183	180	170	221	205	184	175	188	191
Medios	170	163	163	149	127	129	144	138	125	118	108	133
Mínimos	106	114	92	111	88	98	81	107	70	79	80	89

Tabla 5. Evaporación mensual multianual estación CO Socomba (mm).

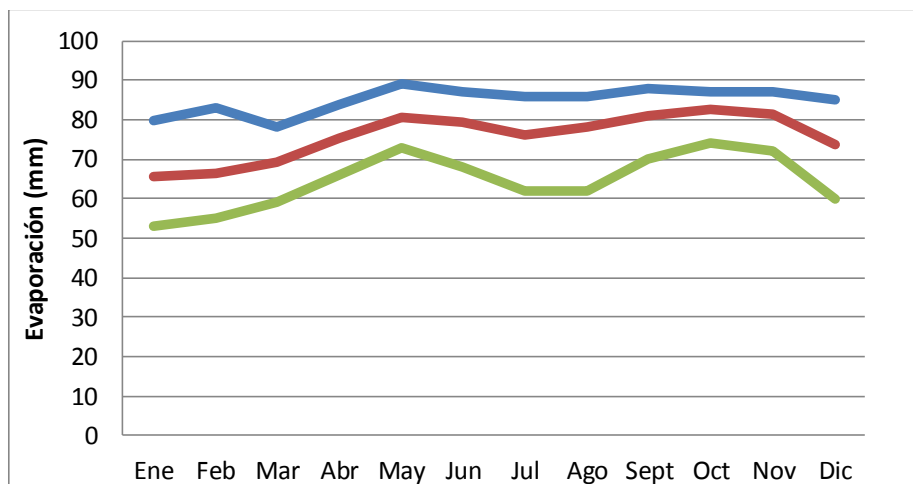


Figura 8. Evaporación mensual multianual estación CO Socomba (mm). Fuente: IDEAM 2016..

7.4 BRILLO SOLAR.

La duración del brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determinan el clima de esa localidad. Este elemento meteorológico es importante en casi todas las formas de actividad y empresas humanas. Sectores como el agrícola, forestal, turismo, construcción, deportes y energía, dependen y planifican aspectos del cumplimiento de sus programas y actividades futuras sobre la perspectiva de disponer de suficiente horas de brillo solar durante el día.

En la siguiente tabla se presentan las horas de brillo solar medias mensuales registradas en la estación climatológica Socomba, en esta es evidente con los meses con mayores horas de brillo solar son enero y diciembre, el mes que registro menor brillo solar es abril, con solo 92 horas de brillo solar.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máximos	299	269	247	231	221	251	270	266	210	218	237	285
Medios	268	224	202	183	180	196	206	195	164	169	195	239
Mínimos	179	161	136	92	131	118	111	101	109	110	133	134

Tabla 6. Brillo solar mensual multianual estación CO Socomba (horas) Fuente: IDEAM 2016.

7.5 PRECIPITACIÓN.

Los datos de precipitación que se presentan en el estudio son los registrados en la estación PM La Jagua, se escoge esta estación por ser más cercana al área de estudio que la estación Socomba. En la siguiente tabla se presenta los valores medios mensuales multianuales.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máximos	126	209	276	352	587	507	414	684	605	739	599	270
Medios	27	45	88	157	266	180	129	205	256	300	230	60
Mínimos	0	0	0	0	25	0	7	0	50	83	0	0

Tabla 7. Precipitación mensual multianual estación PM La Jagua (mm). Fuente: IDEAM 2016.

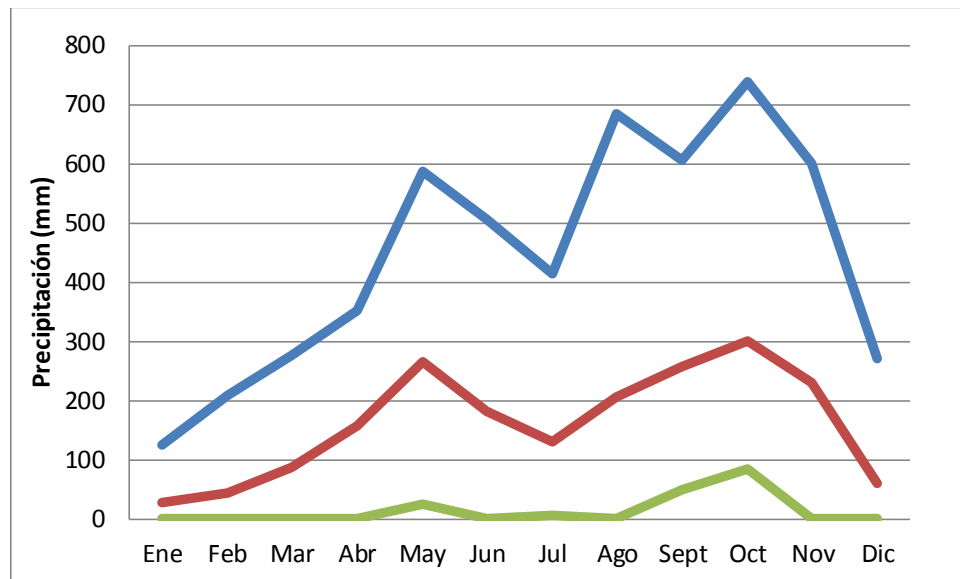


Figura 9. Precipitación mensual multianual estación PM La Jagua (mm). Fuente: IDEAM 2016.

En promedio se espera que para la zona de estudio la precipitación media sea superior a 1900 mm anuales. La información mensual muestra un comportamiento bimodal, con dos periodos secos marcados en los meses de diciembre a marzo y de junio a agosto. El mes con mayores precipitaciones registradas es octubre.

8. GEOLOGÍA REGIONAL

CUENCA CESAR - RANCHERIA

8.1 ESTRATIGRAFÍA

Para hacer la descripción estratigráfica de la Cuenca se utilizaron los trabajos e informes propuestos por Gil & Martínez, (1990), Hernández, (2003), Mora & García, (2006) y Barrero, y otros (2007). Las unidades litoestratigráficas , pertenecen al intervalo comprendido entre el Jurásico y el Cretácico Tardío, correspondiente a las formaciones La Quinta, Río Negro, Lagunitas, Aguas Blancas y Molino (Figura 10).

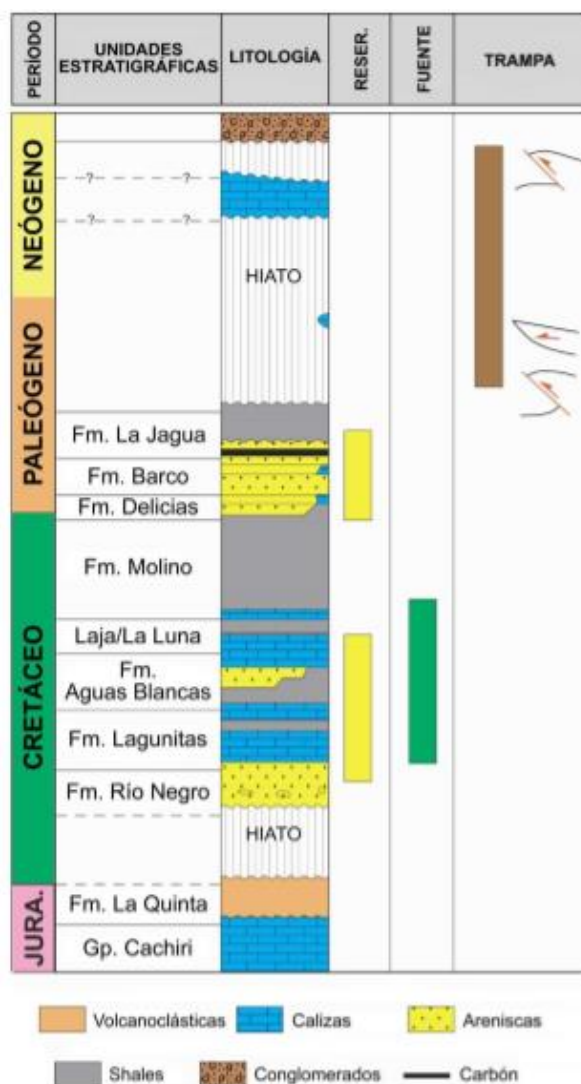


Figura 10. Columna estratigráfica de la Cuenca Cesar. (Barrero 2007)

8.1.1 FORMACIÓN LA QUINTA

a. Autor

Hernández (2003) indica que el nombre La Quinta fue usado por primera vez por Künding (1938) para describir las sedimentitas rojas ubicadas estratigráficamente entre el Pérmico y el Cretácico en Los Andes de Mérida, Venezuela.

b. Localidad

Tipo y afloramientos Hernández (2003) reporta que la Formación la Quinta aflora a lo largo del flanco oeste de la Serranía del Perijá, al este de las poblaciones de La Jagua de Ibirico, Victoria de San Isidro y al sureste de Santa Isabel; Arias & Morales (1999) reportan que aflora cerca al Municipio de Manaure y se prolonga hacia el sur hasta la quebrada San Antonio.

c. Descripción Litológica

Hernández (2003) indica que está compuesta por una sucesión de limolitas rojas silíceas, ocasionalmente arenosas, macizas con estratificación plano paralela. Presentan laminación interna de plana paralela a ligeramente ondulada, algunas veces de arena fina, con venas de calcita y manifestaciones de malaquita. Están intercaladas con estratos medianos a gruesos de areniscas blancas, pardas y rojizas de grano fino a grueso, y niveles conglomeráticos con estratificación inclinada, cruzada y capas que se acuñan. En ocasiones, esta unidad es atravesada por ignimbritas oscuras con fragmentos volcánicos de 2 a 20cm; hacia el techo se encuentran localmente intercalaciones de tobas líticas (Figura 10).

d. Espesor y contactos

Su espesor es de 2300m en la localidad tipo. Cerca al Municipio de Manaure se calcula un espesor entre 2700m y 3000m, mientras en La Jagua de Ibirico su espesor disminuye notoriamente debido a fallas inversas locales. El contacto con la formación suprayacente (Formación Río Negro) es de tipo paraconforme según Forero (1972), pero en el filo El Avión en Sabana Rubia es discordante. El contacto inferior es discordante o fallado con rocas paleozoicas.

e. Edad

Su edad es Triásico Tardío - Jurásico Temprano, según (Forero, 1972).

f. Ambiente de Depósito

Según Cáceres y otros (1981), la depositación de la Formación La Quinta se realizó en una cuenca amplia afectada por una tectónica distensiva, donde las condiciones, primero fluviales con predominio de humedad y oxidación y luego volcánicas explosivas piroclásticas, dominaron la sedimentación.

g. Correlaciones

Ha sido correlacionada con la Formación Guatapurí (Tschanz, y otros 1969) y es equivalente con la Formación Saldaña (Cediel, y otros 1981 en Hernández, 2003).

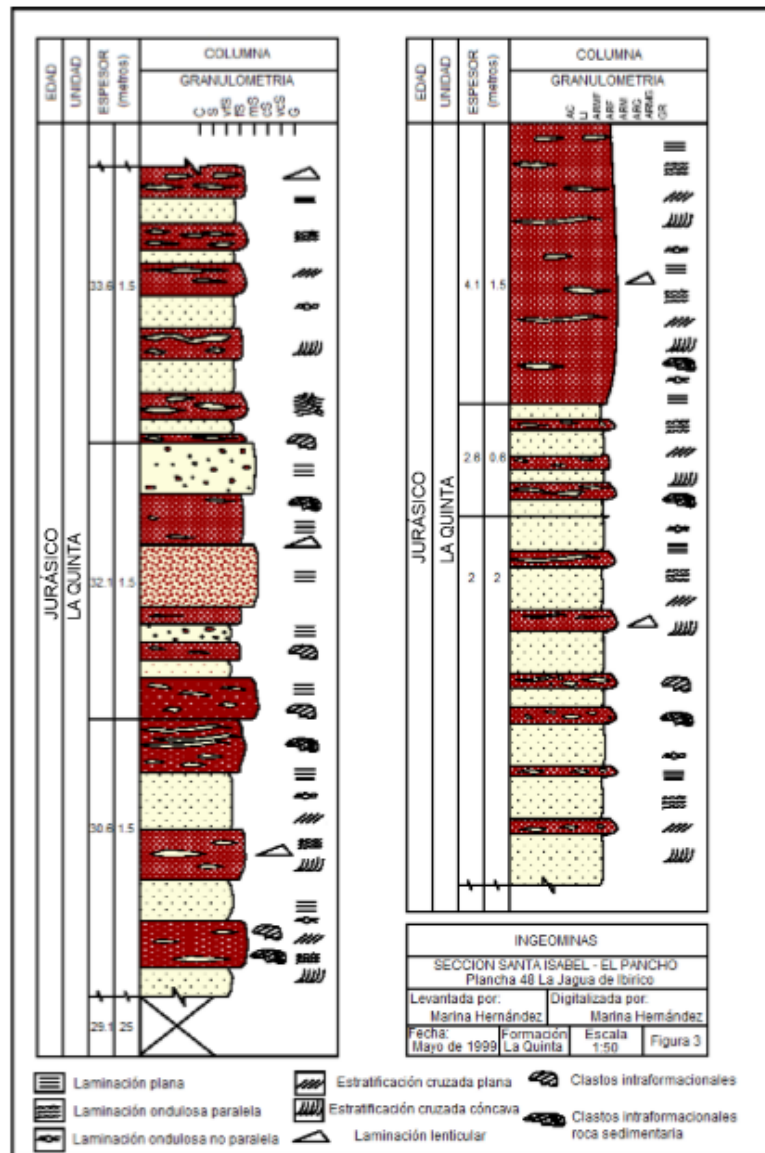


Figura 11. Columna estratigráfica de la Formación la Quinta. (Hernández, 2003).

8.1.2 FORMACIÓN RÍO NEGRO

a. Autor

La Formación Río Negro fue designada por Hedberg, (1931) en Venezuela. En Colombia este nombre fue usado por Trumphy, (1949).

b. Localidad Tipo y Afloramientos

Hernández (2003) reporta que la Formación Río Negro aflora en las estribaciones de la Serranía del Perijá al oriente de las localidades de Poponte en el río La Mula y Rincón Hondo; en el costado suroriental de la Plancha 48, La Jagua de Ibirico, en el cerro Arenas Blancas, Cerro de San José, Cuchilla Cerro Azul y Loma La Victoria; cerca de la inspección de policía de Santa Isabel. Arias & Morales (1999) reportan que aflora al oriente de Manaure en el páramo Sabana Rubia, al suroriente de Codazzi por el Río Sicarare; al sur del Río Fernambuco entre Codazzi y Casacará; en la hacienda Carrizal, arroyo Arena, al oriente de Casacará; 4km al norte de la hacienda Betulia, al nororiente de Becerril; en los cerros Cabellera, América, La Pista y Puente Tierra, al oriente de Codazzi en el cerro Pancho, al oriente de Santa Isabel y al suroriente de Curumaní, por el curso del Río Animito y la quebrada La Esmeralda.

c. Descripción Litológica

En la Serranía del Perijá, la sucesión cretácica se inicia con esta unidad, cuyo nombre es el mismo al usado en Venezuela. La Formación Río Negro según Hernández (2003) es detrítica, de composición especialmente arcósica. En el cerro Arenas Blancas, al noroccidente de Poponte, está conformada por capas de arenisca de grano grueso, arenisca conglomerática y conglomerado; las capas son delgadas y en algunas se observa estratificación cruzada. Rivera (1998) encuentra areniscas de variada composición incluyendo cuarzoarenitas, litoarenitas y litoarenitas feldespáticas de tamaño de grano grueso a conglomerático, las litoarenitas en su mayoría son finas a gruesas. La sucesión arenosa se prolonga hacia el sur, hasta el occidente de Santa Isabel donde forma pequeñas colinas.

d. Espesor y Contactos

Alcanza 3000m de espesor en la sección tipo en la Serranía del Perijá, Venezuela, aunque varía sustancialmente según Miller (1960). Ecopetrol en el Pozo Cesar A-1X reporta un espesor de 203 m para el área al occidente de La Jagua de Ibirico. Cáceres, y otros (1980) definen en su localidad tipo 1500m de espesor. Hernández (2003) compilando datos de campo con datos de pozo encontró un espesor de 200m a 250m. Las amplias variaciones en el espesor de la Formación Río Negro muestran el carácter transgresivo y discordante de la unidad sobre rocas más antiguas (Figura 11). La Formación Río Negro suprayace discordantemente capas de la Formación La Quinta e infrayace de forma transicional al Grupo Cogollo. e. Edad Govea & Dueñas, (1975) le asignan una edad Barremiano-Aptiano Temprano, mientras que Gil & Martínez (1990) proponen una edad Aptiano Temprano.

e. Ambiente de Depósito

Por sus características litológicas Hernández (2003) ha postulado un ambiente de depósito que corresponde a abanicos aluviales, los cuales drenaban desde los altos del basamento (Formación La Quinta y rocas paleozoicas) ubicadas al oeste, este y norte de la actual cuenca del Cesar. A medida que el mar avanzó en su proceso transgresivo, el ambiente se fue tornando marino (Cáceres, y otros 1980; García, 1990).

8.1.3 FORMACIÓN LAGUNITAS

a. Autor

La Formación Lagunitas fue designada por Neelands (1922) en Lill & Nugent, (1950).

b. Localidad Tipo y Afloramientos

La localidad tipo de la Formación Lagunitas se encuentra en la Quebrada Jagüey cerca de la población de Lagunitas, en el valle del Río Ranchería. Aflora en el Arroyo Zarate, Arroyo Salatiel y la Quebrada Zumbador, al oriente del Corregimiento de la Victoria de San Isidro y en el Arroyo El Caudaloso al suroriente de La Jagua de Ibirico.

c. Descripción Litológica

Litológicamente Hernández (2003) indica que está compuesta por calizas fosilíferas (biomicritas) en capas gruesas, que generalmente son puras pero algunas llegan a ser arcillosas de color gris claro a gris oscuro, interestratificadas con lutitas y margas de color blanco a gris. Las lutitas son parcialmente calcáreas y las margas son solubles (Cáceres, y otros 1981), los fósiles en su mayoría son conchas de pelecípodos, gasterópodos, corales y amonitas (Figura 12).

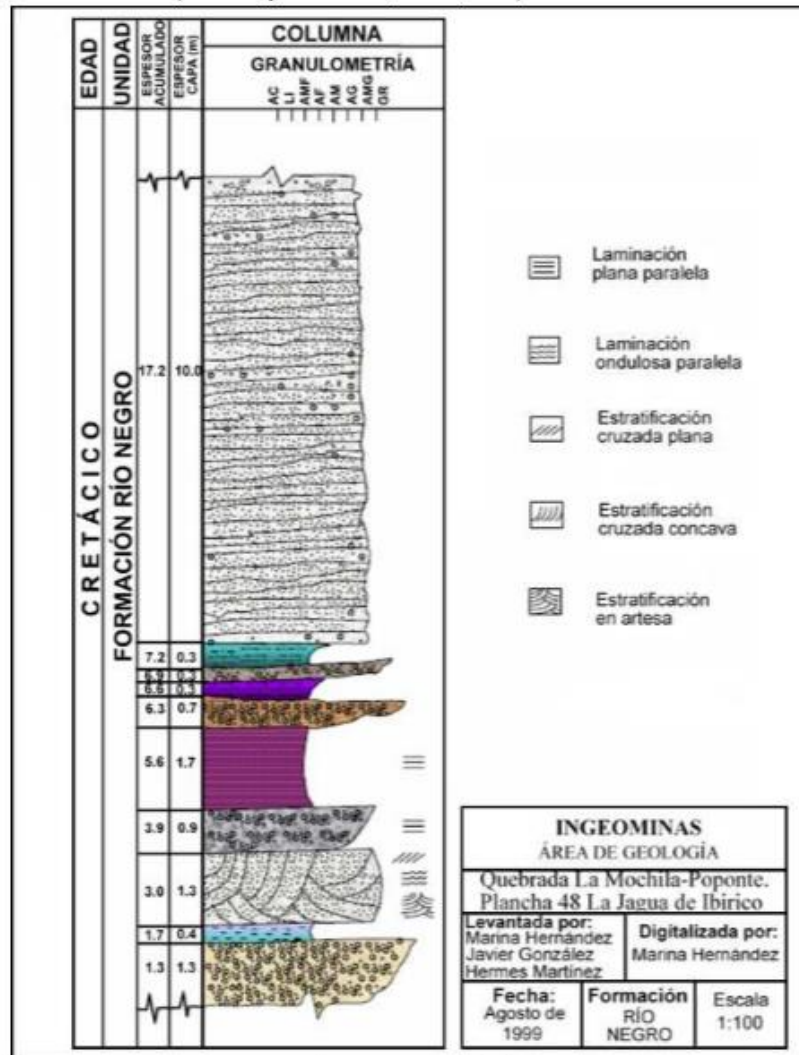


Figura 12. Columna estratigráfica de la Formación Río Negro. (Hernández 2003).

d. Espesor y Contactos

La Formación Lagunitas según Hernández (2003), presenta un espesor promedio de 280m a 450m. En el pozo Compae-1 se perforaron 268,4m (Rivera, 1998), en el

pozo el Molino-1X se perforaron 527m, en el pozo Molino-1 se perforaron 257m, en el pozo Papayal-1 se perforaron 290m y en el pozo El Cerrejón se perforaron 285m (Cáceres, y otros 1981). El contacto con la Formación Rio Negro es transicional en algunas ocasiones; con la Formación La Quinta es erosivo de bajo ángulo y el contacto con la suprayacente Formación Aguas Blancas es transicional. e. Edad Gil & Martínez (1990) y Hernández (2003) le asignan una edad Aptiano Tardío.

e. Ambiente de Depósito

La Formación Lagunitas fue depositada en unas condiciones de plataforma media a interior de un mar abierto rico en carbonatos y con relativa abundancia de materia orgánica (Cáceres, y otros 1981).

f. Correlaciones

Hernández (2003) la correlaciona con la Formación Apón en el área de Venezuela, con la Formación Tibú en el Catatumbo y con la Formación Paja en el área del Valle Medio del Magdalena. Gil & Martínez, (1990) la correlacionan con la parte basal del Miembro Tibú (Concesión Barco), con la Formación Paja y la Formación Rosablanca en el Valle Medio del Magdalena y en Venezuela con la Formación Machiques.

8.1.4 FORMACIÓN AGUAS BLANCAS

a. Autor

La unidad fue definida por Haught y otros (1945).

b. Localidad Tipo y Afloramientos

Hernández (2003) reporta que la localidad tipo está localizada al suroeste de Valledupar en la quebrada Aguas Blancas. Está subdividida en tres miembros: el primero es un conjunto lodolítico calcáreo a la base llamado Miembro Ánimas, el siguiente es un conjunto arenoso denominado Miembro Tucuy y por último un conjunto calcáreo superior denominado Miembro Maracas. Aflora al oriente de la falla Nueva Granada y del Corregimiento de la Victoria de San Isidro, y al noreste del Corregimiento de Estados Unidos en el Río Tucuy.

c. Descripción Litológica

El Miembro Ánimas está compuesto por shales negros carbonosos, calcáreos con abundante materia orgánica, intercalados con calizas negras micríticas, localmente fosilíferas (bivalvos), carbonosas que pueden gradar lateralmente a areniscas de grano fino compuestas por cuarzo con cemento calcáreo. También se presentan limolitas calcáreas carbonosas (Hernández, 2003). El Miembro Tucuy está compuesto hacia la base por limolitas arenosas grises oscuras, ligeramente calcáreas, algo fósiles, las cuales gradan localmente a areniscas de grano fino, subangular a subredondeado, moderadamente sorteadas, color pardo, compuestas de cuarzo, con matriz arcillosa, cemento silíceo o calcáreo. En menor proporción se encuentran arcillolitas limoarenosas, levemente calcáreas, algo fósiles, de color gris pardo, carbonosas y moscovíticas (Hernández, 2003); Rivera, (1998) reporta algunos niveles de calizas muy claras con presencia de foraminíferos y moluscos con textura packstone. El Miembro Maracas según Hernández (2003) está compuesto por calizas lumaquéticas con conchas de pelecípodos y gasterópodos similares a las de la Formación Lagunitas. Rivera, (1998) reporta margas color gris marrón oscuras micropiriticas con textura wackestone, calizas grises oscuras con fragmentos de ostrácodos y gastrópodos, lodolíticas a limolíticas con textura wackestone, intercaladas con delgadas capas de areniscas muy finas y lutitas con foraminíferos hacia la base.

d. Espesor y Contactos

La Formación Aguas Blancas presenta un espesor promedio de 750m (Hernández, 2003), aunque en el pozo Compae-1 se perforaron 513m (Rivera, 1998), en el pozo Molino-1X se perforaron 275m, en el pozo Molino-1 se perforaron 274m y en los pozos Papayal-1 y El Cerrejón se perforaron 280m (Cáceres, y otros 1981). Gil & Martínez (1990) midieron 710m en el área de Cesar. Está en contacto concordante con la suprayacente Formación La Luna y transicional sobre la Formación Lagunitas, en partes discordante sobre la Formación La Quinta.

e. Edad

Su edad es Aptiano según Govea & Dueñas (1975). Rinaldi y otros (2005) asignan una edad Aptiano-Albiano para todo el Grupo Cogollo en Venezuela. Cáceres y otros (1981) le asignan una edad Albiano Medio a Tardío.

f. Ambiente de Depósito

La Formación Aguas Blancas se depositó en un ambiente que se considera de plataforma interior a media, de un mar tropical transgresivo (Cáceres, y otros 1981). Hernández, (2003) interpreta que al Miembro Ánimas se le considera de un ambiente de depósito marino profundo. Gil & Martínez (1990) interpretan que la sedimentación del Grupo Cogollo ocurrió inicialmente sobre un substrato de pendiente suave, cercano a la plataforma, con profundidades que oscilaban alrededor de los 100m, como lo evidencia la presencia de algas calcáreas marinas y de foraminíferos planctónicos. La diversidad de fauna observada, braquiópoda, equinoderma, ostrácoda, molusca, briozoo y radiolarios sugiere condiciones de baja concentración de sal, e indican buena circulación de agua. Reading (1980) plantea el desarrollo de barras y depósitos interbarras que representan ambientes profundos que se manifiestan en la cuenca de Cesar como wackestone y mudstone.

g. Correlaciones

Hernández (2003) correlaciona la Formación Aguas Blancas en el Miembro Ánimas con la Formación Mercedes en el área del Catatumbo, con la Formación Simití en el Valle Medio del Magdalena y con la Formación Lisure en Venezuela. Correlaciona el Miembro Tucuy con la Formación Aguardiente en el Catatumbo y con la Formación Tablazo en el Valle Medio del Magdalena. Gil & Martínez (1990) correlacionan la Formación Aguas Blancas con la Formación Cogollo en el Catatumbo y los Miembros Aguardiente y Mercedes de la Formación Aguardiente, en el Valle Medio del Magdalena con las Formaciones Salto, Simití, Tablazo y Paja, y en Venezuela con las Formaciones Maracas, Lisure y Piche.

8.1.5 FORMACIÓN MOLINO

a. Autor

La Formación Molino fue denominada por Haugth, y otros (1945).

b. Localidad Tipo y Afloramientos

La localidad tipo se encuentra en el río Molino en el área de Ranchería. Hernández, (2003) reporta afloramientos de la Formación Molino en los alrededores de la localidad de El Molino, estribaciones de la Serranía del Perijá. Aflora en el área de la Loma de La Estancia al noroeste de La Jagua de Ibirico.

c. Descripción Litológica

Se compone de una sucesión monótona de lutitas gris azulosas y grises oliva a negras, calcáreas y con abundantes microfósiles. Salazar (2005) describe estas lutitas como shales, los cuales constituyen la mayor parte de la unidad, y añade que son de color negro a gris oscuro, ricas a muy ricas en materia orgánica, en paquetes gruesos o medios, masivas, bioturbadas, o con láminas muy finas planas paralelas a lenticulares, discontinuas a continuas. Hernández (2003) reporta que presenta delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino, glauconíticas, limolitas y calizas grises a negras, en capas delgadas; Rivera (2003) incluye capas de arcillolitas gris claro, ligeramente calcáreas y moderadamente duras, y describe capas de carbón bituminoso brillante con fractura concoidea en capas con espesores entre 0.3m y 1m.

d. Espesor y Contactos

Cáceres y otros (1981) reportan que en el pozo El Molino-1X se perforaron 514m, en el pozo El Molino-1 se perforaron 493m, en el pozo Cerrejón-1 se perforaron 590m, y en el pozo Papayal se perforaron 120m; por otro lado Rivera (2003) reporta 625m para la Formación Molino y Rivera (1998) reporta 515m. Hernández (2003) identifica un adelgazamiento en sentido noroccidental. Tschanz y otros (1969) consideran los contactos superior e inferior de la Formación Molino como transicionales. Cáceres y otros (1981) indican que el contacto con la Formación la Luna es concordante y con la Formación Hato Nuevo es discordante en un ángulo bajo. Salazar (2005) indica que el contacto con la unidad suprayacente es transicional.

e. Edad

Su edad es Campaniano - Maastrichtiano según Gandolfi (1995), en Hernández (2003). García (1990) asigna una edad Campaniano y Cáceres, y otros (1981) asignan una edad Santoniano - Maastrichtiano Temprano.

f. Ambiente de Depósito

La Formación Molino se depositó en condiciones marinas de mar abierto en un ambiente batial a abisal (1000m–2000m), con circulación moderada y salinidad normal (Cáceres, y otros 1981), sin embargo Salazar (2005) interpreta su ambiente de depósito como offshore inferior a superior hasta shoreface inferior.

g. Correlaciones

En el norte de Colombia y oeste de Venezuela estratos del Campaniano a Maastrichtiano Temprano se incluyen dentro de la Formación Colón y Mito Juan en el área del Catatumbo, además es correlacionable con la Formación Umir en el Valle Medio del Magdalena (Hernández, 2003).

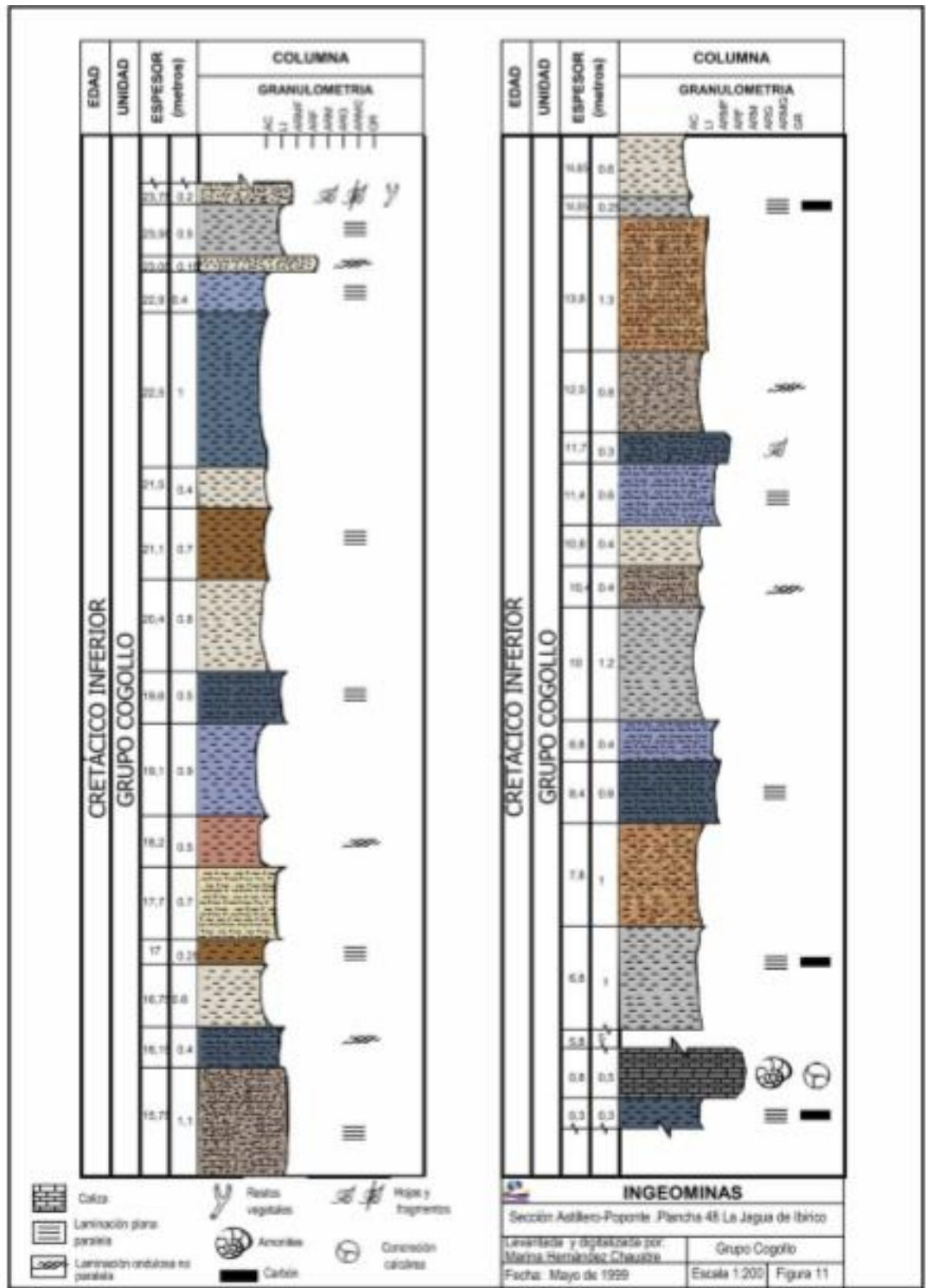


Figura 13. Columna estratigráfica del Grupo Cogollo, correspondiente a las Formaciones Lagunita y Aguas Blancas. (Hernández 2003)

8.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La cuenca de Cesar-Ranchería es un cuenca asimétrica cuyo mayor espesor se encuentra hacia el sureste y su geometría está definida por la conjunción de tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y Suramérica) (Ujueta & Llinas, 1990). Como resultado de la interacción de estas tres placas se desarrollaron sistemas de fallas como el de Santa Marta-Bucaramanga y Oca y el levantamiento de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta (Hernández, 2003). Cáceres y otros (1981) establecieron dos series de esfuerzos compresivos, el primero con rumbo $N40^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ y el segundo con sentido $N75^{\circ}W \pm 10^{\circ}$. Además Hernández (2003) establece un acortamiento de la Cordillera Oriental través de desplazamiento en las fallas Perijá (46km) y Boconó (50km) (Figura 14).

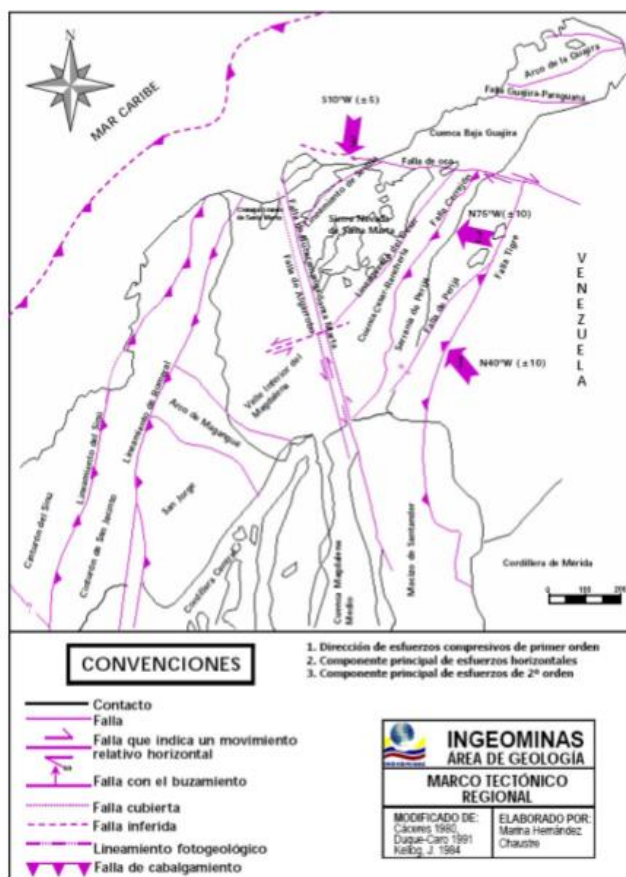


Figura 14. Marco tectónico del norte de Colombia con la dirección de los esfuerzos principales que afectan la cuenca Cesar. (Hernández 2003).

8.2.1 PLIEGUES

8.2.1.1 Sinclinal de La Loma y Anticlinal de Tucuy

Hernández (2003) reporta que para el área de La Jagua de Ibirico estos pliegues presentan una dirección NE-SW, y afectan la secuencia de areniscas de grano grueso y conglomerados de la Formación Cuesta y las rocas de la Formación Los Cuervos; los flancos presentan inclinaciones entre 13° y 18°, sin embargo, los buzamientos en las explotaciones alcanzan hasta los 35° en el cierre del sinclinal. Sinclinal de Ranchería

Rodríguez & Londoño (2002) reportan que se encuentra al noreste del Cerro Cerrejón, con un rumbo N35°E.

8.2.1.2 Sinclinal Los Venados, Anticlinal de la Estancia, Anticlinal de Becerril

Hernández (2003) agrupa esta serie de pliegues como parte del costado occidental del Sinclinorio de la Jagua, y establece como rumbo principal NE-SW. El Anticlinal de Becerril se prolonga hacia el norte cerca al municipio de Becerril.

8.2.1.3 Sinclinal de La Jagua

Se encuentra aproximadamente 5km al nororiente del Municipio de La Jagua de Ibirico; es ligeramente asimétrico con buzamientos entre 10° y 35°, una longitud a lo largo del eje de aproximadamente 10,4Km y aproximadamente 4Km de ancho. Tiene una dirección N55°E±10°, y hacia el sur, la estructura es amplia y se cierra al norte con un cabeceo al oeste (Hernández, 2003).

8.2.1.4 Anticlinal de La Jagua

Es una estructura asimétrica ubicada al oriente de La Jagua de Ibirico; afecta principalmente rocas del Miembro Medio de la Formación Los Cuervos. El eje presenta una dirección de N25°E ±10° con un cabeceo de 3° hacia el norte. En el flanco oriental, las capas buzán entre 35° y 45° y en el flanco occidental entre 15° y 35°. Se encuentra fallado en su flanco oriental (Hernández, 2003).

8.2.1.5 Sinclinal de Nueva Granada

Localizado en el sector oriental, hacia las estribaciones de la Serranía del Perijá con una orientación N35°E-N45°E. En el flanco occidental, los buzamientos de las capas están entre 20°-30° y en el flanco oriental entre 30°-60°.

8.2.2 FALLAS

8.2.2.1 Falla de Santa Marta - Bucaramanga

Es una falla sinistral, con rumbo noroeste-sureste, tiene una longitud de 580Km y un desplazamiento lateral de 110Km a 115Km (Kellogg, 1981). Arias & Morales (1999) establecen un desplazamiento lateral de 100Km, e indican que según Tschanz y otros (1974), tuvo un desplazamiento vertical de 12Km a partir del Mioceno Medio.

8.2.2.2 Falla de Oca

Rodríguez & Londoño (2002) reportan que la Falla de Oca se extiende aproximadamente por 300Km desde el extremo noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se cruza con la Falla Santa Marta-Bucaramanga, hasta la isla de Toas y posiblemente, se prolonga hasta su intersección con la Falla Boconó en Venezuela, para posteriormente unirse con la Falla San Sebastián-El Pilar. Hernández, (2003) indica que es una falla de rumbo con sentido dextral, con rumbo E-W y un desplazamiento de 20Km, Ujueta & Llinás (1990) establecen una longitud de 700Km, Rodríguez & Londoño (2002) establecen que los principales movimientos de la Falla Oca están relacionados al choque de la Placa Caribe con la Placa Suramericana y a la Orogenia Andina. Las evidencias de campo indican que se dieron a partir del Paleógeno y continúan hasta hoy.

8.2.2.3 Falla de Ranchería

Ujueta & Llinás (1990) describen en el valle del Río Ranchería esta estructura, con una extensión aproximada de 22Km, entre el arroyo Conejo y un poco al sur de

Roche, pero posiblemente tiene continuidad hacia el sur en el Departamento del Cesar. La falla se encuentra parcialmente cubierta, tiene dirección noreste y constituye el límite sureste de la Sierra Nevada de Santa Marta.

8.2.2.4 Falla de Cerrejón

Es una falla de cabalgamiento de bajo ángulo ($15^{\circ} \pm 10^{\circ}$) con rumbo sureste y un desplazamiento mínimo de $1,7 \pm 0,6\text{Km}$ en la vertical y $7,8 \pm 2\text{Km}$ en la horizontal; puede conectarse al sur con la Falla de Manaure, donde permite que rocas del Jurásico y del Cretácico se encuentren por encima de rocas del Terciario. Durante la Orogenia Andina en el Plioceno la parte norte de Perijá fue levantada $4,5\text{Km}$ y cabalgada más de 16Km hacia el NW sobre la Falla Cerrejón (Kellogg, 1981).

8.2.2.5 Falla de Perijá

Es una falla inversa de alto ángulo con dirección $N18^{\circ}\text{E}$ al sur y $N26^{\circ}\text{E}$ al norte; limita con la Serranía del Perijá al oriente, y se encuentra cabalgando sobre el Sinclinorio de la Jagua al occidente (Hernández, 2003).

8.2.2.6 Falla de Arenas Blancas

Es una falla subvertical inversa con un trazo bien definido desde el oriente de La Jagua de Ibirico, prolongándose hacia el norte hasta la frontera con Venezuela en dirección $N50^{\circ}\text{E}$; pone en contacto rocas Paleozoicas con Jurásicas y Cretácicas, y es más reciente que la Falla de Perijá (Hernández, 2003). 4.2.7 Falla Nueva Granada Falla con dirección $N30-60^{\circ}\text{E}$, de alto ángulo y carácter inverso; limita al oeste con el flanco oriental del Anticlinal Nueva Granada (Hernández, 2003).

8.3 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

8.3.1 PALEOZOICO

Para el Paleozoico Temprano (Cambro-Ordovícico) Gil & Martínez, (1990) reportan una depositación clástica. Hernández (2003) indica que dicha depositación de sedimentos pelíticos se encuentra estratificada por flujos de lava, que posteriormente en el Silúrico Temprano sufrieron procesos de metamorfismo de bajo grado y alta temperatura; formando esquistos de actinolita-clorita, cuarcitas y filitas que corresponden a la Unidad Metasedimentaria de La Virgen. En el Silúrico y Devónico Temprano ocurrieron eventos simultáneos de levantamiento, plegamiento, actividad plutónica y erosión relacionados a la Orogenia Caledoniana. Posterior a la Orogenia Caledoniana Gil & Martínez (1990) indican que ocurre la depositación de sedimentos marinos ubicados al occidente por un proto-océano Pacífico; Hernández (2003) añade que los sedimentos son especialmente gravas, arenas, shales y shales calcáreos cubriendo áreas positivas del cratón debido a una transgresión. Para el Paleozoico Tardío Hernández (2003) establece un segundo evento tectónico importante, la Orogenia Herciniana, que ocurre en el Devónico Tardío y que se caracteriza principalmente, por procesos de fallamiento y fuerte erosión que originan un hiato entre los sedimentos devónicos y carboníferos.

8.3.2 TRIÁSICO – JURÁSICO

Durante el Triásico se presentan movimientos asociados a rifting gracias a la separación de masas continentales (Figura 15); Laurasia se divide y origina mares entre Norteamérica, Suramérica y África, gracias a los cuales se produce la apertura del mar Caribe y a su vez se forman fosas tectónicas que permiten la depositación de la Formación La Quinta. Procesos de Vulcanismo de flujo y piroclástico contribuyeron con material de flujo, cenizas y detritos a la secuencia, especialmente en el Jurásico Medio, donde además ocurrió el emplazamiento de plutones (Hernández, 2003). Gil & Martínez (1990) reportan que las secuencias volcánicas

están representadas por andesitas y riolitas y los cuerpos plutónicos por dioritas y cuarzodioritas.

8.3.3 BARREMIANO – APTIANO TEMPRANO

Durante este período se deposita la Formación Río Negro. Gil & Martínez (1990) indican que ocurre sobre paleodepresiones configurando una topografía suave que favorece la depositación de carbonatos hacía el tope de la formación. Previo a la depositación de carbonatos existe un sistema de fosas tectónicas a lo largo de Suramérica (Figura 16); durante el Cretácico Temprano, se formaron tres surcos subsidentes importantes en el área de Venezuela: el Surco Táchira, el Surco Trujillo y el Surco Machiques, este último presente en la Serranía del Perijá (Zambrano, y otros 1975).

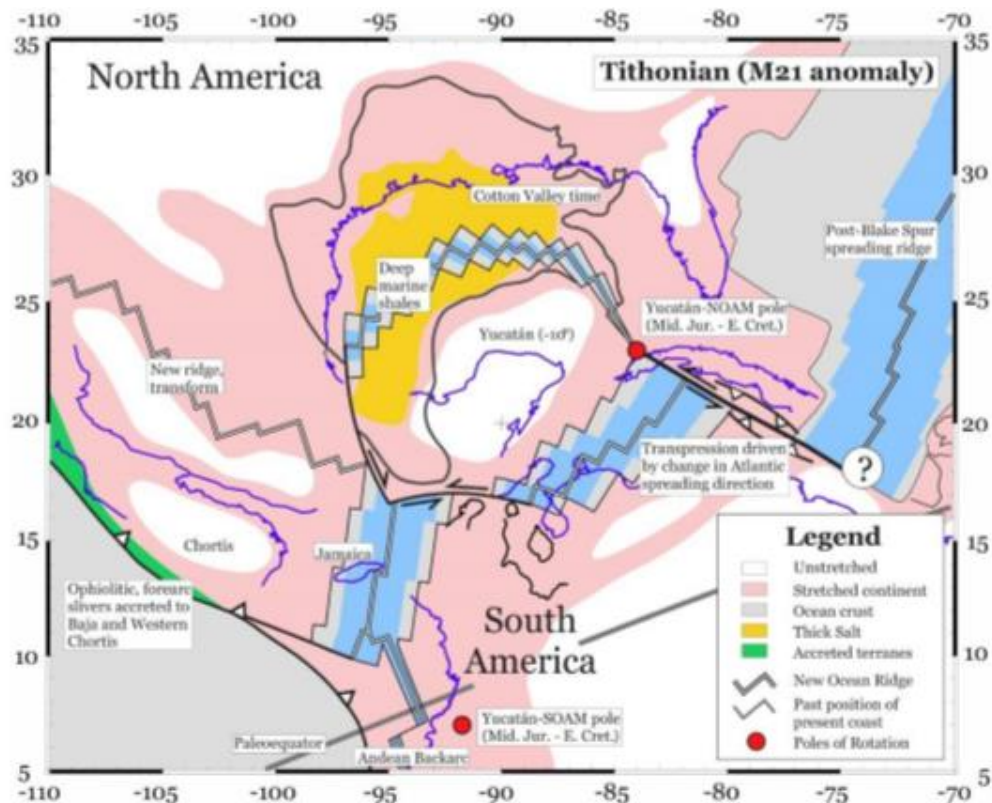


Figura 15. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Titoniano .(Pindell 2001)

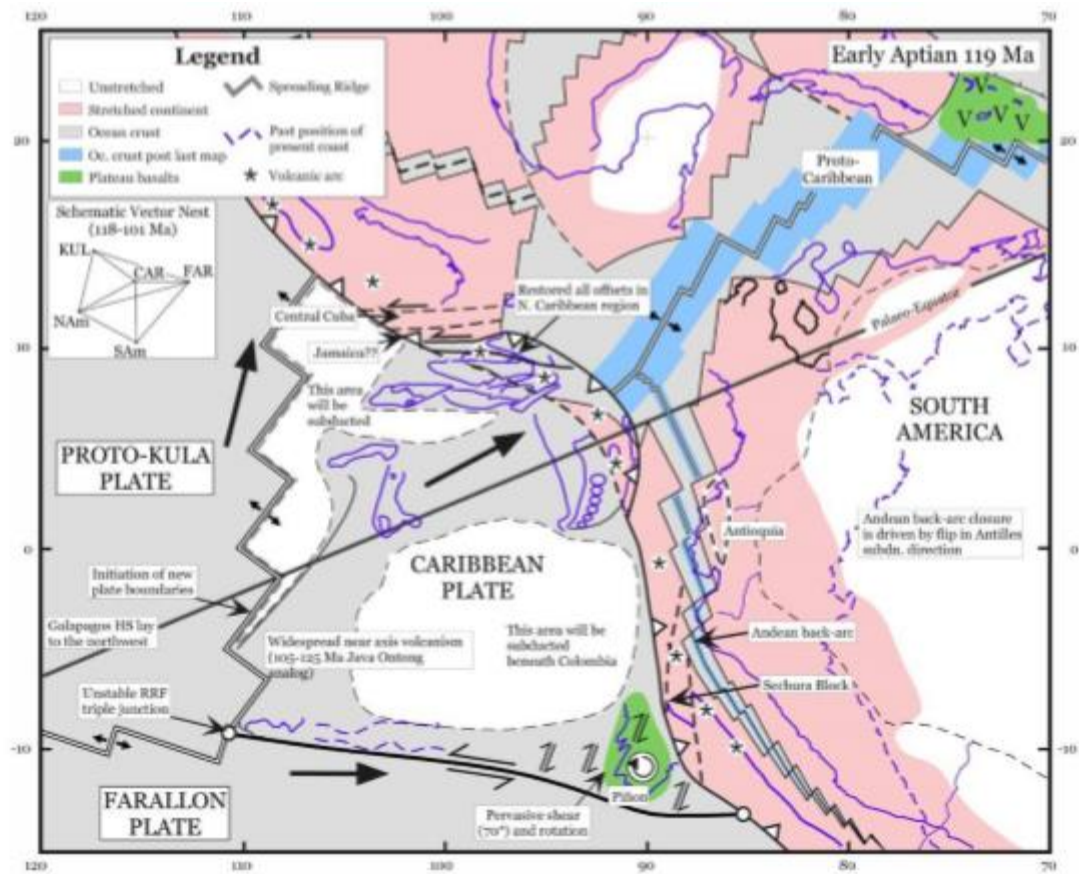


Figura 16. Marco tectónico en el margen Noroccidental de Suramérica en el Aptiano .(Pindell 2001).

8.3.4 APTIANO TARDÍO – SANTONIANO

Desde el Aptiano Tardío hasta el Albiano se deposita el Grupo Cogollo. Hernández (2003) indica que la subsidencia es continua y se forma un ambiente de depósito marino, donde predomina la precipitación química de carbonato (Figura 17). Arias & Londoño (1999) indican que dicha depositación ocurre en una plataforma abierta con cambios faciales, debido a una mayor subsidencia hacia el sur. Gil & Martínez (1990), señalan que la plataforma sobre la cual se desarrolló el Grupo Cogollo tenía un delgado sustrato clástico de pendiente muy suave, que formó una rampa sobre la cual se generaron varios juegos de barras favorecidas por la alta influencia del oleaje, sin embargo, por debajo del nivel base de las olas de tormenta, se depositaron carbonatos y shales de condiciones euxínicas. Posteriormente, el

oleaje fuerte inundó la plataforma y formó pequeñas cuencas intraplataforma. Gil & Martínez (1990) determinaron que la Formación La Luna se depositó durante el Cenomaniano, sin embargo Hernández, (2003) extiende su período de depositación durante el Turoniano, Coniaciano y posiblemente hasta el Santoniano, período en el que la subsidencia alcanza su máxima tasa, ocasionando una profundización del mar y con ello condiciones para la acumulación de calizas pelágicas.

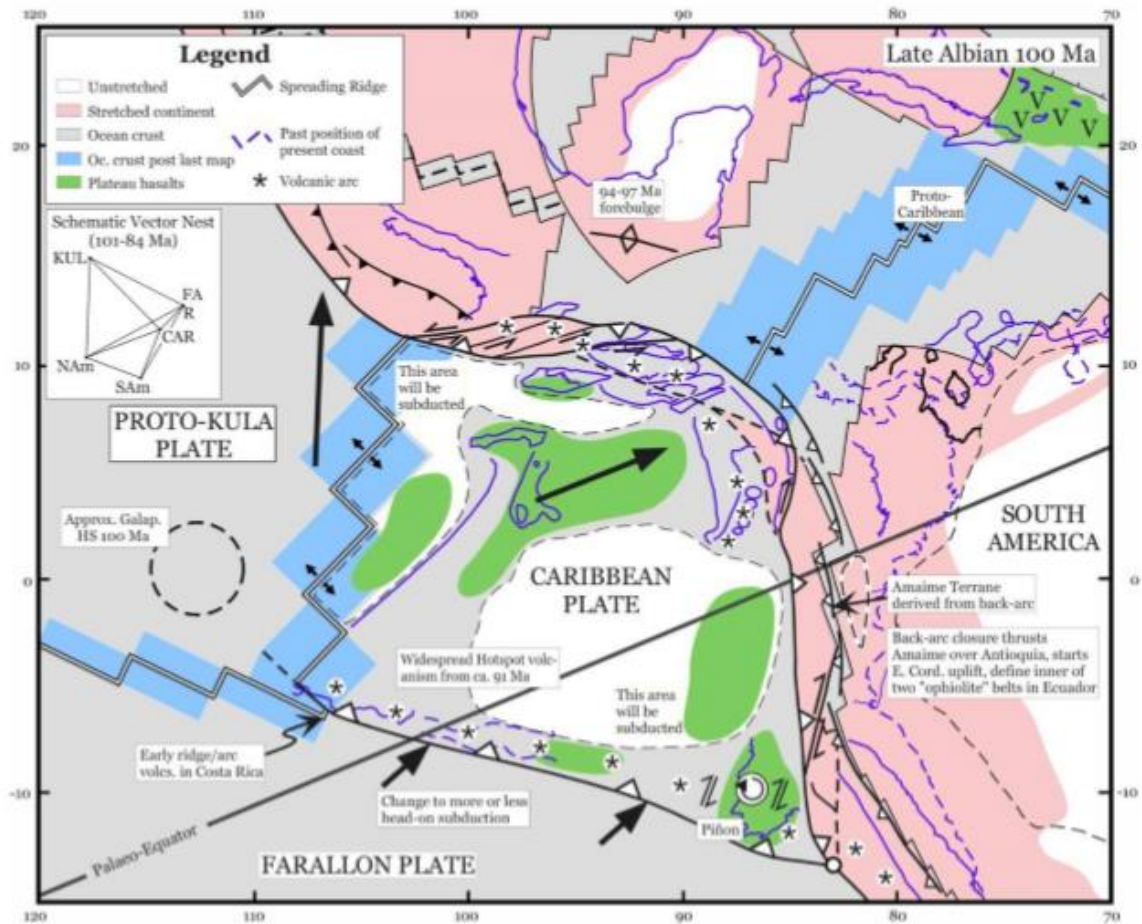


Figura 17. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Albiano. (Pindell 2001)

8.3.5 CAMPANIANO – MAASTRICHTIANO

Durante el Campaniano y Maastrichtiano se deposita la Formación Molino, en un ambiente marino profundo que continúa hasta el Campaniano Medio (Hernández, 2003). Para el Maastrichtiano, Bayona y otros (2007) indican que en el área de

Rancharía los sedimentos de la Formación Molino provienen de la denudación del sector occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. Villamil, (1999), establece que en el área de Venezuela se deposita la Formación Tres Esquinas (con presencia de glauconita y fosfatos), cuya procedencia es el Cratón de Guyana. El mismo autor ubica un eje de depositación para el Campaniano, que se encuentra donde actualmente se ubica el piedemonte oriental de la Cordillera Central, la cual comienza a levantarse levemente al igual que la Sierra Nevada de Santa Marta y el Macizo de Santander (Figura 18). Este evento marca la fase Pre-Orogenia Andina, generando así un desplazamiento hacia el oriente del eje de depositación en la medida en que la Cordillera Central se levanta.

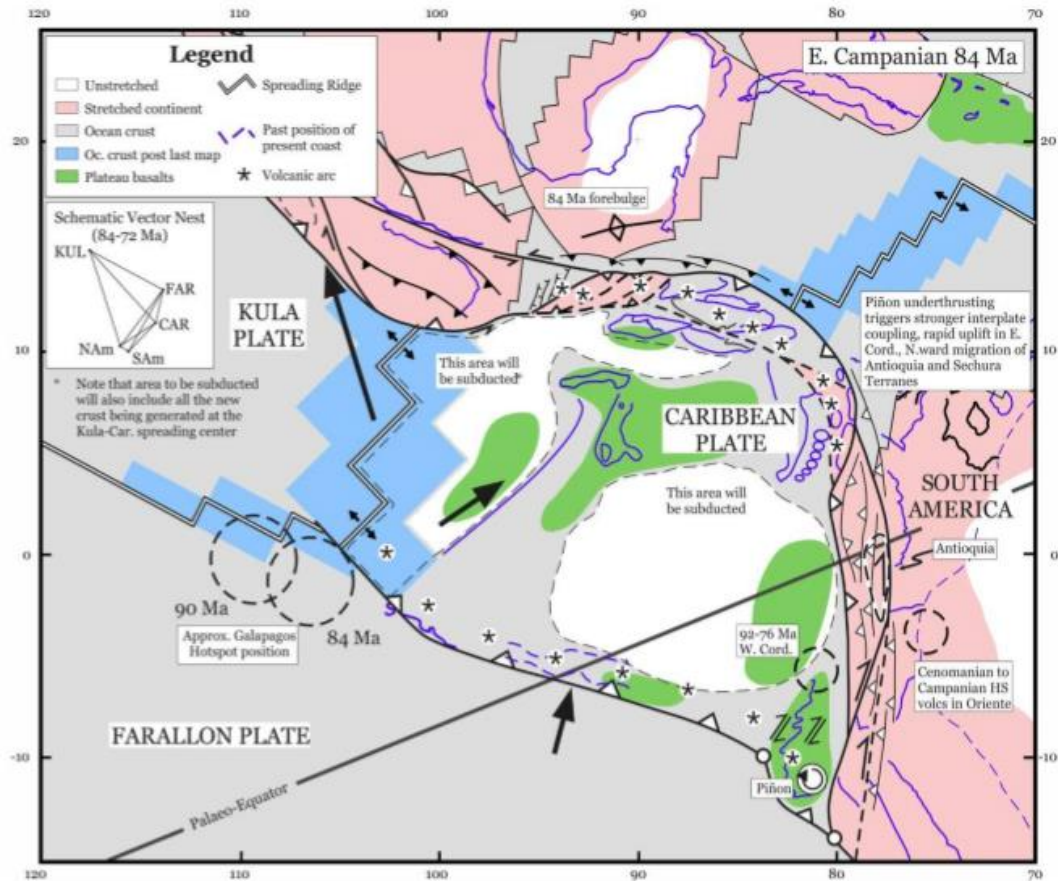


Figura 18. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Campaniano. (Pindell 2001).

8.5.6 PALEOCENO

Hernández (2003) indica que este período inicia con la depositación de las Formaciones Barco y Los Cuervos, en un ambiente continental producto de una lenta regresión mientras que en el área de Ranchería se depositan la Formaciones Hato Nuevo y Manantial en un ambiente marino durante el Paleoceno Temprano. Villamil, (1999), reporta que la Cordillera Central continúa levantándose, y presenta una asimetría, ya que su flanco occidental tiene un mayor ángulo que el flanco oriental, lo que indica que las Cordilleras Central y Oriental fueron sometidas a esfuerzos compresivos y como consecuencia de la deformación se produjo una discordancia hacia la base de la Formación Barco, que según el mismo autor, se encuentra entre el Maastrichtiano Tardío y el Paleoceno Temprano (Figura 19).

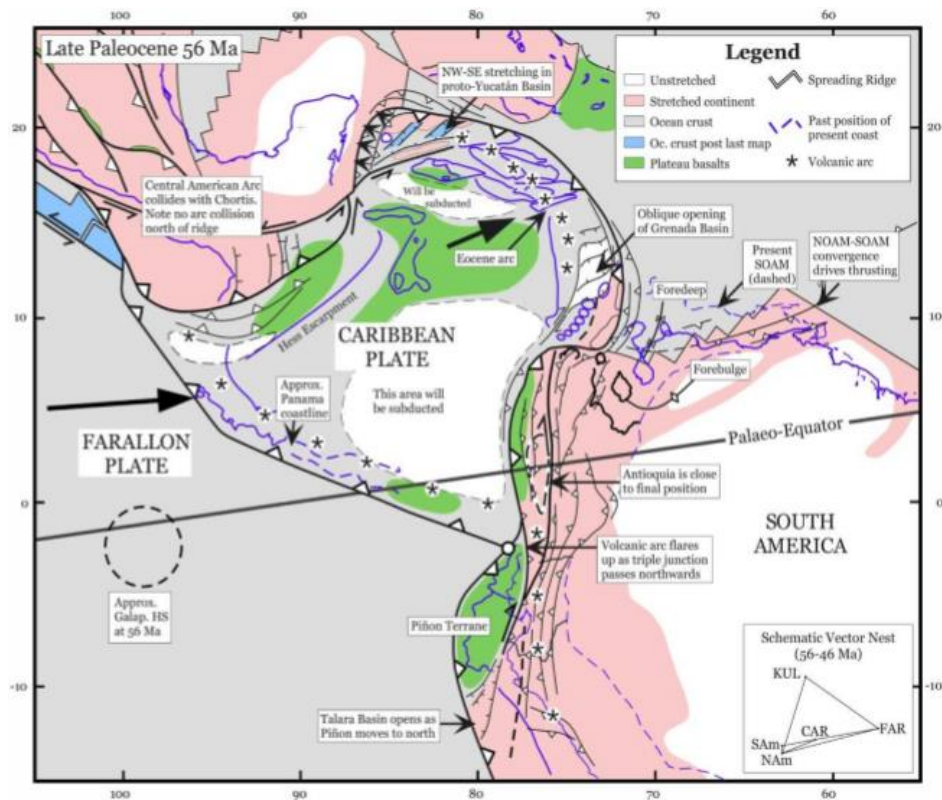


Figura 19. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Paleoceno. (Pindell 2001).

8.5.7 EOCENO – OLIGOCENO

A causa del desarrollo de la Orogenia Pre–Andina durante el Eoceno, el espacio de acomodamiento para el norte de Suramérica, decrece significativamente y en su clímax acelera la tasa de levantamiento de la Cordillera Central (Villamil, 1999) (Figura 20). Mora & García (2006) utilizando líneas sísmicas, establecen que el Sistema de Fallas Santa MartaBucaramanga fue el responsable de la intensa deformación que afectó a las unidades PreOligoceno, estableciendo un límite activo entre las cuencas Cesar-Ranchería y Valle Inferior del Magdalena, durante el Eoceno Tardío y el Oligoceno Temprano. En el Oligoceno Tardío se inicia un estilo tectónico de bloques que involucra el basamento y culmina durante el Plioceno con el cabalgamiento al noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía del Perijá sobre las cuencas adyacentes (Hernández, 2003). Villamil, (1999) reporta que para este período los drenajes del Río Magdalena y Orinoco toman la dirección que actualmente presentan.

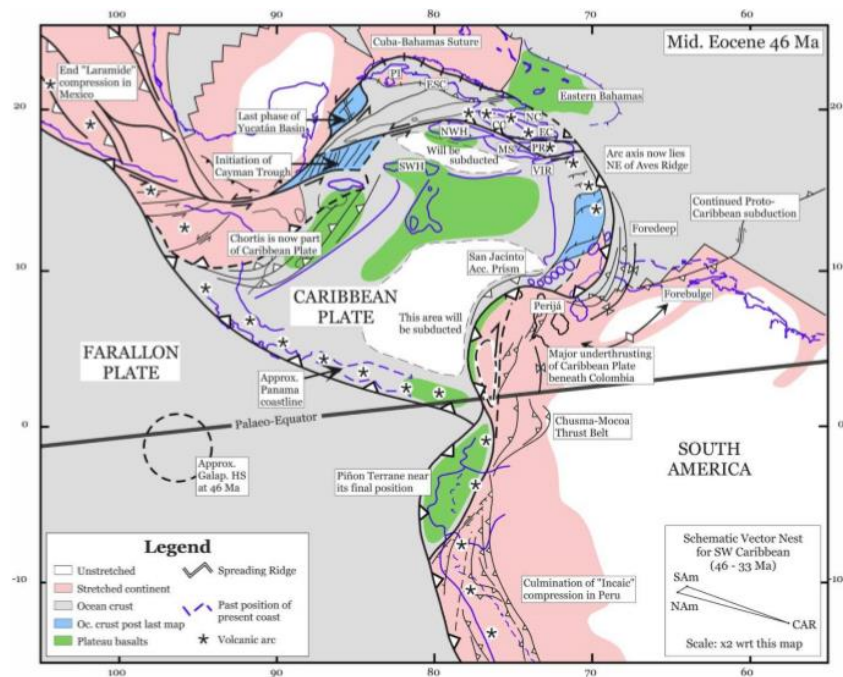


Figura 20. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Eoceno. (Pindell 2001).

8.5.8 MIOCENO – PLEISTOCENO

El Mioceno es el período de más rápido y mayor levantamiento de cadenas montañosas en Colombia y otras regiones de Suramérica. Este levantamiento favoreció las tasas de erosión y depositación sobre los flancos de las Cordilleras Oriental y Central. Hernández (2003) reporta que el principal levantamiento de la Serranía del Perijá ocurrió durante el Mioceno Tardío–Plioceno, en la Orogenia Andina. El levantamiento de la Serranía del Perijá y de la Sierra Nevada de Santa Marta, causado por la convergencia de las placas Caribe, Suramérica y Nazca, originó las fallas transcurrentes de Bucaramanga– Santa Marta y de Oca, bajo un campo de esfuerzos compresivos orientados $N40^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ (Cáceres, y otros 1980) (Figura 21). Finalmente, durante el Plioceno–Pleistoceno se formaron abanicos, terrazas y planicies aluviales que cubren el valle Cesar-Ranchería.

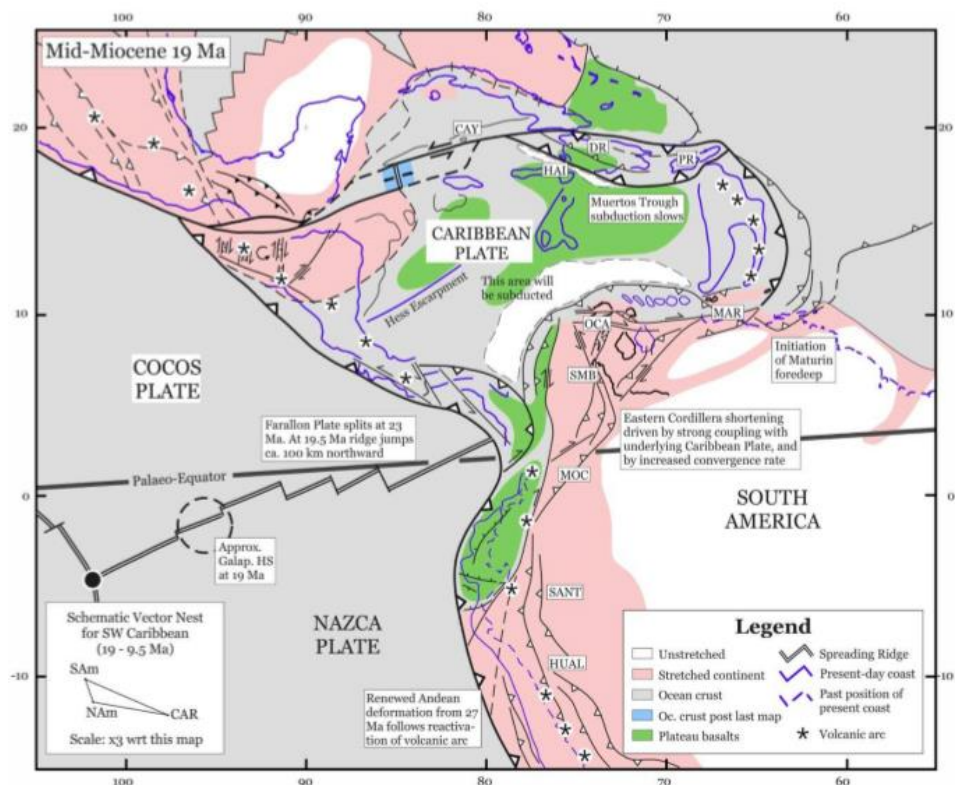
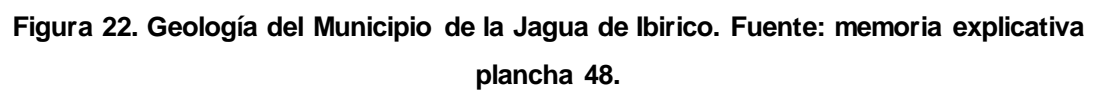


Figura 21. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Mioceno. (Pindell 2001).

9 GEOLOGÍA LOCAL



La Jagua de Ibirico está formada por dos áreas estructural, geológica y geomorfológicamente contrastantes. La Serranía de Perijá que corresponde al sector este de la Plancha 48 La Jagua de Ibirico, en donde afloran las rocas más antiguas y corresponden a las formaciones paleozoicas (Unidad Meta sedimentaria de La Virgen, Grupo Cachirí), mesozoicas del Jurásico y corresponde a la Formación La Quinta; Cretácico, Formación Río Negro, Grupo Cogollo, (formaciones La Luna y Molino) y del Paleógeno y del Neógeno (Formaciones Barco, Los Cuervos y Cuesta).

El sector oeste de la Plancha 48 La Jagua de Ibirico corresponde al área plana y sólo se encuentran rocas del Paleógeno y del Neógeno (formaciones Los Cuervos y Cuesta) y depósitos recientes.

Estructuralmente se caracteriza por presentar un estilo principalmente comprensivo y las estructuras formadas son en su mayoría pliegues dentro de los que se destaca el Sinclinal de La Jagua, Monoclinal de Cerro Largo y Anticlinal del Tucuy. Otras estructuras son las fallas; dentro de las principales, por su carácter regional, se encuentran las fallas Arenas Blancas y Perijá, ambas de tipo inverso.

El área se caracteriza por formar un gran sinclinorio con sinclinales amplios y anticlinales estrechos. Las estructuras forman dos patrones principales, el primero de dirección NE y casi perpendicular a éste, otro con dirección NW.

El principal recurso minero y geológico del área es el carbón y constituye un área minera donde se desarrolla minería a cielo abierto y subterráneo. El recurso es explotado para exportación casi totalmente. Otros recursos y manifestaciones diferentes al carbón son baritina, calizas, hierro, oro y magnetita, entre otros, sin embargo, éstos no han sido estudiados a profundidad.

Además de las amenazas como inundaciones y deslizamientos en el área de la Serranía de Perijá, principalmente, otro riesgo es la alta contaminación del aire por

la remoción de estériles para la explotación del carbón, que afecta no sólo la salud de los habitantes, sino el desarrollo agrícola y ganadero del área, además de la contaminación de las corrientes, a pesar de los controles ambientales de las compañías mineras.

Las unidades geológicas presentes en el municipio de la Jagua de Ibirico se describen a continuación:

9.1 REGIÓN SERRANÍA DE PERIJÁ

9.1.1 Rocas metamórficas

- Formación Molino (Ksm)

Conjunto Colon - Mito Juan (Campaneando - Maestrichtiano) Algunos autores han empleado el término "Formación Molino" correlacionado con la formación Umir, en el Valle del río Cesar y Ranchería. La base corresponde a una capa arenosa glauconítica, seguida por calizas densas bien estratificadas, latitas oscuras ricas en pirritas, margas, Shales arenosos gris y negro, lentejones delgados y nódulos ferruginosos.

- Formación Barco (Tpb)

Aflora en el área de estudio al norte de la Jagua de Ibirico en la zona de explotación de carbón y forma colinas aisladas al norte del Río Tucuy y al oriente del corregimiento La Palmita; en el subsuelo se halla en el Descanso y la Loma.

Barco en los alrededores de la Jagua de Ibirico está conformado por areniscas amarillentas de grano fino, muy deleznales, ligeramente arcillosas y micáceas, el grano es subangular; se componen de cuarzo y en proporción muy baja feldespato y mica, se presentan en láminas delgadas paralelas y en forma de cuñas, así mismo localmente se observa estratificación cruzada. La arenisca se encuentra en bancos

gruesos, hasta de 2 m de espesor, con delgadas intercalaciones de arcillolita amarillenta.

Sobre esta secuencia descansa en contacto transicional la formación Los Cuervos, el contacto inferior de Barco no se observa por estar cubierto por Cuaternario.

- Formación Los Cuervos (Tec)

En superficie aflora únicamente al noreste del municipio de la Jagua de Ibirico. En el Departamento del Cesar la formación Los Cuervos está constituida por arcillas negras, grises, verdosas y amarillentas con delgadas intercalaciones de areniscas gris verdosa o amarillenta de grano medio, micáceas, con matriz arcillosa, y mantos de carbón que son objeto de explotación intensa.

Mejía y Mateus¹, establecen, que la formación Los Cuervos en el área de la Jagua de Ibirico, tiene un espesor entre 350 y 400 m, el cual debe ser mayor ya que no se pudo determinar el tope. Según Van der Hammen (1.958), en Ward y otros (1.973), la edad de Los Cuervos va del Paleoceno Medio al Eoceno Inferior con base en análisis palinológicos.

- Formación los Cuervos (Tmc)

En el trabajo de García², se utiliza este nombre para describir los sedimentos semiconsolidados que conforman el tope del Sinclinal de La Loma, y que afloran en la vía entre La Jagua de Ibirico y el Corregimiento de La Loma.

Afloramientos de la unidad se hallan en la localidad de Plan Bonito al oriente de La Loma en este sitio la secuencia está constituida por arenisca de color gris claro a blanco semiconsolidada, cuarzosa, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, intercaladas con conglomerados de matriz arenosa con cantos alargados denominados “Huevos de Paloma” de cuarzo ahumado de 3 cm de diámetro,

¹ MEJIA, L. J., y MATEUS, L. E., 1.978, Recursos carboníferos de la Jagua de Ibirico (Cesar), INGEOMINAS, Inf. No. 1732, 39 p. Bogotá

² GARCIA, J., PADILLA, J., y ARIAS, A., 1991, Estudio Geotécnico de Valledupar y de la Cuenca Media del Río Guatapurí, Convenio Gobernación del Cesar, CORPOCESAR E INGEOMINAS. Inf. INGEOMINAS, 183. Bogotá.

areniscas con costras ferruginosas, y arcillolitas limosas de colores violeta, gris y rojizo. La estratificación es en capas delgadas y ocasionalmente media. Su espesor varía entre 160 y 400 m al E. de la Loma y reposa discordante sobre el Terciario Inferior.

Esta secuencia se correlaciona con la Formación Mirador de edad Eoceno Medio que se caracteriza por el predominio de areniscas de grano fino a grueso a veces conglomerática, intercaladas con conglomerados de cuarzo lechoso principalmente y de 1 a 2 cm de longitud y forma ovalada.

9.1.2 Rocas ígneas

El terciario inferior corresponde a una sedimentación que se inicia en un medio peritico para pasar a condiciones paralíticas y deltaicas. El espesor de la sucesión disminuye rápidamente hacia el borde de la serranía de Perijá y en algunos casos es brusca.

El nombre Grupo La Jagua fue introducido por Miller³, para designar la totalidad de los sedimentos del terciario inferior; este comprende en la base la Formación Guasare tendría un potencial del orden de los 600m, y se apoya en contacto normal sobre los Shales de Colon- Mito -Juan y queda recubierta, también en contacto normal, por la formación Santa Cruz. La edad de Guasare extendería desde el Cretáceo hasta el Paleoceno Superior. En algunos escritos se encuentra relacionada con la Formación Hato Nuevo.

- **Formación Santa Cruz**

La Formación Santa Cruz consta de areniscas de color gris, marrón con intercalaciones de Shales, Shales ligníticos y lignicos, con frecuencia micaceos, estas areniscas representan horizontes guía para la localización de los mantos de carbón.

³ MILLER, B.J. Tectonics trends in Sierra de Perijá and adjacent part of Venezuela and Colombia. American Associate Petroleum Geologist Bulletin. Volumen 46 Washington 1962.

La Formación Santa Cruz contiene por lo menos unos veinte (20) mantos de carbón, que en su mayoría tienen apenas decenas de centímetros de espesor, aunque también existen mantos que alcanzan los 2 y 3 mts.

Con la Formación Santa Cruz termina en la parte central de la región Oriental del Valle del Río Cesar el ciclo de sedimentación iniciada en el Cretácico.

- Formación Rio Negro, (Kir)

En la serranía de Perijá, la secuencia cretácea se inicia con esta unidad, cuyo nombre se ha aplicado en el mismo sentido que en Venezuela. La Formación Rionegro se apoya sobre capas de la Unidad La Quinta y yace bajo el Grupo Cogollo. La Formación Rionegro es detrítica, de composición especialmente arcósica, su espesor máximo alcanza 3.000 m en la sección tipo, aunque varía substancialmente (Miller, 1.960) en Julivert.⁴ .

La Formación Rionegro presenta variaciones tanto en su geometría compactación, potencia, como en su composición (principalmente en minerales accesorios o contenidos de arcilla) y los espesores son menores en el flanco occidental de la serranía que los de la región fronteriza.

- Grupo Cogollo, (Kmc)

Miller, en Juliver (, utilizó este término para la serranía de Perijá y el Valle del río Cesar en el mismo sentido que Sutton y Rod and Mayne, en Miller, lo divide en “Cogollo Inferior” que consta de calizas, calizas arenosas y areniscas calcáreas y tendría una edad Barremiano-Aptiano, y “Cogollo Superior”, con calizas menos macizas y de estratificación más fina, de edad Aptiano Cenomaniano. Este grupo presenta variaciones de espesor importantes lo mismo que las formaciones Rionegro y la Luna.

La anterior descripción se ajusta a propósito del presente estudio, pero agregando que en el Cogollo Superior se presenta una importante fase areno arcillosa descrita

⁴ JULIVERT, M., 1.968, Lexique Stratigraphique International, Amerique Latine, Colombie, Vol. V, Fascicule 4a, 620

en varias localidades de la Serranía de Perijá. Por esta razón en los informes de Govea y Dueñas, y García, subdividen el Cogollo Superior en dos formaciones denominadas Lagunitas en la base y Aguas Blancas en el techo.

Su distribución es la siguiente: al noreste de Casacará hasta al Victoria de San Isidro y al noreste de la Jagua de Ibirico cubriendo la serranía de Perijá hasta la frontera con Venezuela, y en el sureste de Curumaní.

- Formación La Luna, (Ksl)

En la Serranía de Perijá reposa concordante y neto sobre el grupo Cogollo y en superficie no infrayace a ninguna otra unidad litoestratigráfica. García, postula un adelgazamiento de la Luna en sentido oeste y noroeste en la Cuenca del Cesar, presenta un espesor variable entre 150 y 450 m.

Consta de una secuencia alternante de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, calizas negras bituminosas que al partirlas espelen olor a petróleo, capas delgadas de chert y arenisca calcárea. Predomina la secuencia calcárea hacia el techo en estratos delgados a medianos, clasificada como calizas de grano medio a fino. Tiene numerosas concreciones en forma de disco, ovaladas y elipsoidales desde pocos centímetros hasta 120 centímetros o más de diámetro, en las concreciones más pequeñas generalmente se encuentra abundante pirita, algunas son ovaladas y localmente contienen fragmentos y restos de amonitas.

En el informe de García, se menciona que en la formación se encuentran foraminíferos, amonitas, bivalvos y otros restos de conchas. A diferencia del Cogollo, en la parte calcárea de la formación La Luna, no se observaron fenómenos de disolución.

Aflora al este de Casacará hasta la Victoria de San Isidro, en esta última sección alcanza su mayor espesor con unos 180 mts.

9.2 Región norte de la cordillera oriental

Comprende el área meridional del Departamento del Cesar que se localiza desde el corregimiento de Rincón Hondo y se prolonga hacia el sur hasta el límite con el Departamento de Santander; geológicamente corresponde a la parte más septentrional del Macizo de Santander.

9.2.1 Rocas metamórficas

- Unidad Metasedimentaria de la Quebrada La Virgen, (Pzmv)

Posiblemente es la de mayor extensión área en el Cesar, definida por Royero y otros⁵, en el cauce medio y bajo de la Quebrada La Virgen que se localiza al noreste del Municipio de Pelaya; se trata de una secuencia de metarenitas grises de grano fino a medio, metalimolitas gris verdosas localmente rojizas, filitas gris verdosas a violáceas, metaconglomerados de color gris claro a rosado y metalodolitas grises a gris verdoso. La secuencia presenta un grado de metamorfismo muy bajo, ya que localmente es posible observar la textura sedimentaria que aún se conserva.

Un cuerpo aislado de los anteriores aflora al oriente del Municipio de La Jagua de Ibirico extendiéndose hasta cerca de la frontera con Venezuela, y hacia el norte se continúa por cerca de 45 kms.

Al oriente de la Jagua de Ibirico, en el filo que separa las quebradas San Antonio y Caudalosa, se encuentra una secuencia espesa y monótona de metarcillolitas y metalodolitas rojas y muy ocasionalmente gris azulosas, finalmente laminadas y con brillo sedoso al débil metamorfismo que las afecta. Delgadas intercalaciones de matarenisca de grano fino, gris verdosa, micácea y muy deleznable están presentes en la sección, en estos sitios el metamorfismo es menos visible; concentraciones y venas de cuarzo lechoso, al parecer de segregación, están asociadas principalmente con las metarcillolitas. Interestratificado en la metalimolita se

⁵ ROYERO, J, y otros, en elaboración, Mapa Geológico de la Plancha 65, Tamalameque, INGEOMINAS

encuentra un conglomerado con cantos subredondeados de cuarzo lechoso, cuarcita blanca, areniscas de grano fino, chert, rocas volcánicas rojizas y esporádicamente limolitas rojas y verdes; el tamaño de los cantos es variable ya que en algunos sitios tienen entre 2 y 3 cm de diámetro, mientras que hacia la parte media del afloramiento están entre 10 y 15 cm de diámetro y muy ocasionalmente alcanzan 20cm; este nivel de aproximadamente 120 m de espesor contiene escasas intercalaciones de metalimolitas rojas.

La secuencia metasedimentaria de la Jagua del Ibirico se considera que tiene un espesor mayor de 2.000 m pero su espesor real no es posible determinarlo por el intenso replegamiento y posible fallamiento que presenta.

9.2.2 Rocas ígneas

- Unidad La Quinta Volcanoclástica, (Jqv)

Se utiliza este nombre informal para describir la secuencia volcanoclástica que se presenta entre la formación Bocas y las formaciones cretáceas; característica de la unidad es presentar rápidos cambios, en su composición y textura, tanto verticales como horizontales (interdigitaciones), que hacen que prácticamente no se encuentren dos sitios con la misma sucesión litológica. Se encuentra en el sureste del municipio de la Jagua de Ibirico.

9.2.3 Sedimentos recientes

En este aparte se describen los sedimentos que conforman las partes planas del municipio, que por su composición y características se consideran de edad Cuaternaria; teniendo en cuenta su extensión y condiciones hidrogeológicas locales son los más importantes. Ellos son: los sedimentos de terrazas (Qt), abanicos aluviales (Qcal) y los aluviones recientes (Qal).

9.2.4 Rocas sedimentarias

- Aluviones Recientes (Qal)

Se define aluviones recientes como una superficie relativamente plana, que corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón que los separa ya sea de la planicie de inundación o de una terraza inferior. Es un remanente de un cauce primitivo de una corriente, que se ha abierto camino a un nivel inferior (Leet y Judson, 1990⁶).

En la serranía de Perijá se observan Aluviones Recientes al Oriente, siendo los de mayor extensión. Existen pequeños depósitos de Aluviones recientes en diversas corrientes pero que no son cartografiables, como las que forman los arroyos donde disertan los abanicos aluviales. Su granulometría consta de gravas finas, cantos y arenas dentro de una matriz areno-limosa.

- Sedimentos de Terrazas (Qt)

Se han denominado así a los depósitos recientes que no tienen contacto directo con sedimentos que conforman la planicie del Cesar. En su mayor parte corresponde a acumulaciones en áreas pequeñas y delgados espesores que se han depositado en el fondo de valles profundos de algunos ríos y quebradas, y en mesetas y sabanas donde de manera transitoria divagan y pierden energía dichas corrientes.

Su composición y textura es heterogénea, dependiendo del área fuente que aporta los materiales y los regímenes de las corrientes que los han depositado.

En la serranía de Perijá los constituyentes provienen de rocas sedimentarias: conglomerados, areniscas, limolitas, arcillolitas y calizas; otros de rocas con muy bajo grado de metamorfismo (metasedimentarias) y en contadas ocasiones rocas volcánicas tipo andesita, brechas y aglomerados. Predominan los componentes de

⁶ LEET, D., y JUDSON, S., 1.990, Fundamentos de Geología Física, Editorial limusa, 10a. impresión, 450 p., México

la Quinta sedimentaria (Jqs) principalmente limolitas rojas, areniscas, conglomerados y rocas volcanoclásticas (tobáceas) en menor proporción.

- Abanicos Aluviales, (Qcal)

Representan una disminución repentina en el poder de transporte de una corriente a medida que pasa de un gradiente abrupto a uno suave; al reducir la velocidad, la corriente comienza rápidamente a vaciar su carga (Leet y Judson).

En la serranía de Perijá se distingue el abanico de la Jagua de Ibirico, está constituido por cantos y bloques de hasta 3 m de diámetro, de areniscas, limolitas rojas y algunas calizas en su parte frontal. Su espesor puede alcanzar 100 m. Este abanico es uno de los más extensos y alcanzan hasta 5 km de longitud en la dimensión mayor.

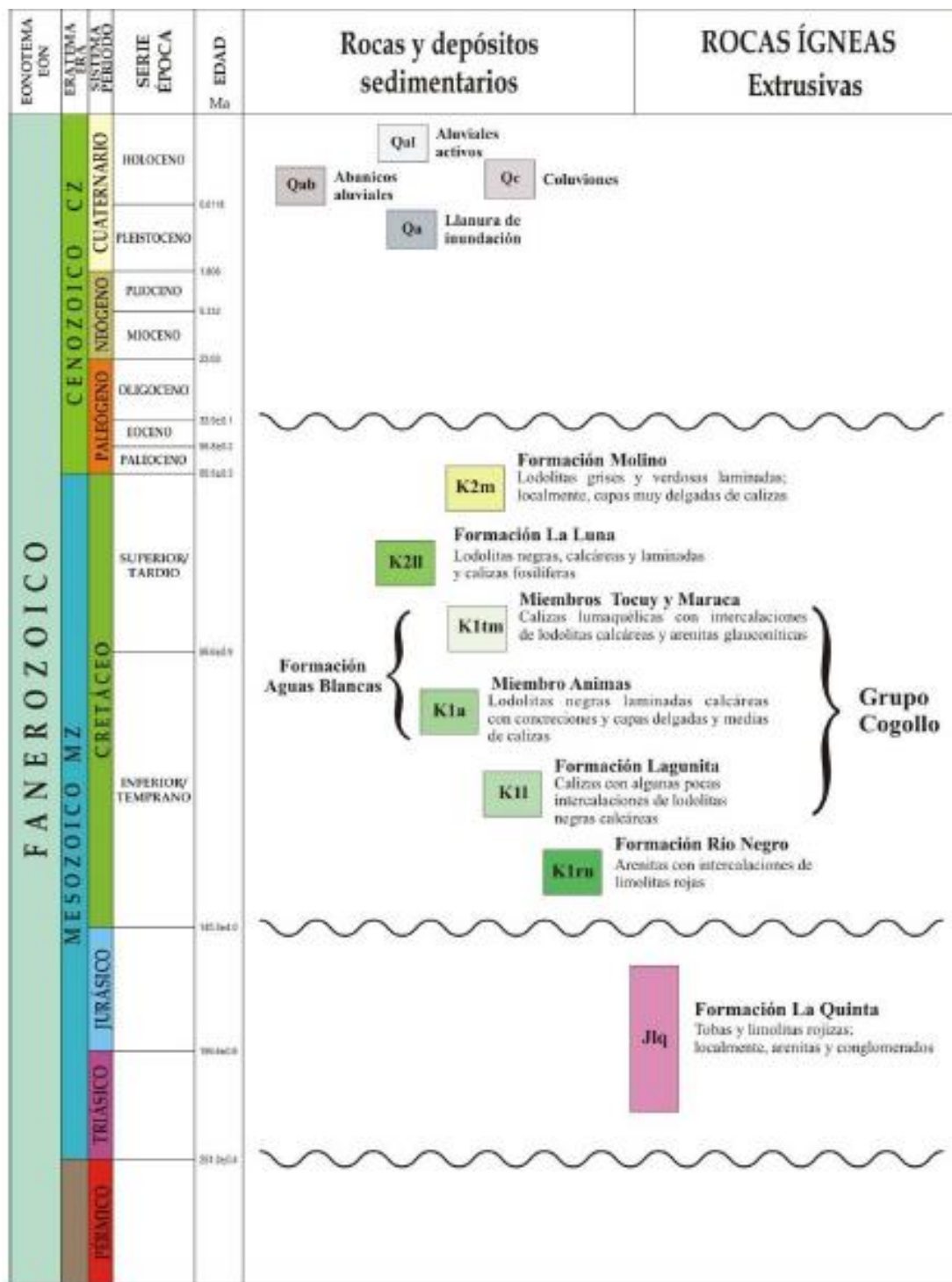


Figura 23. Columna estratigráfica Geología Municipio de la Jagua de Ibirico.

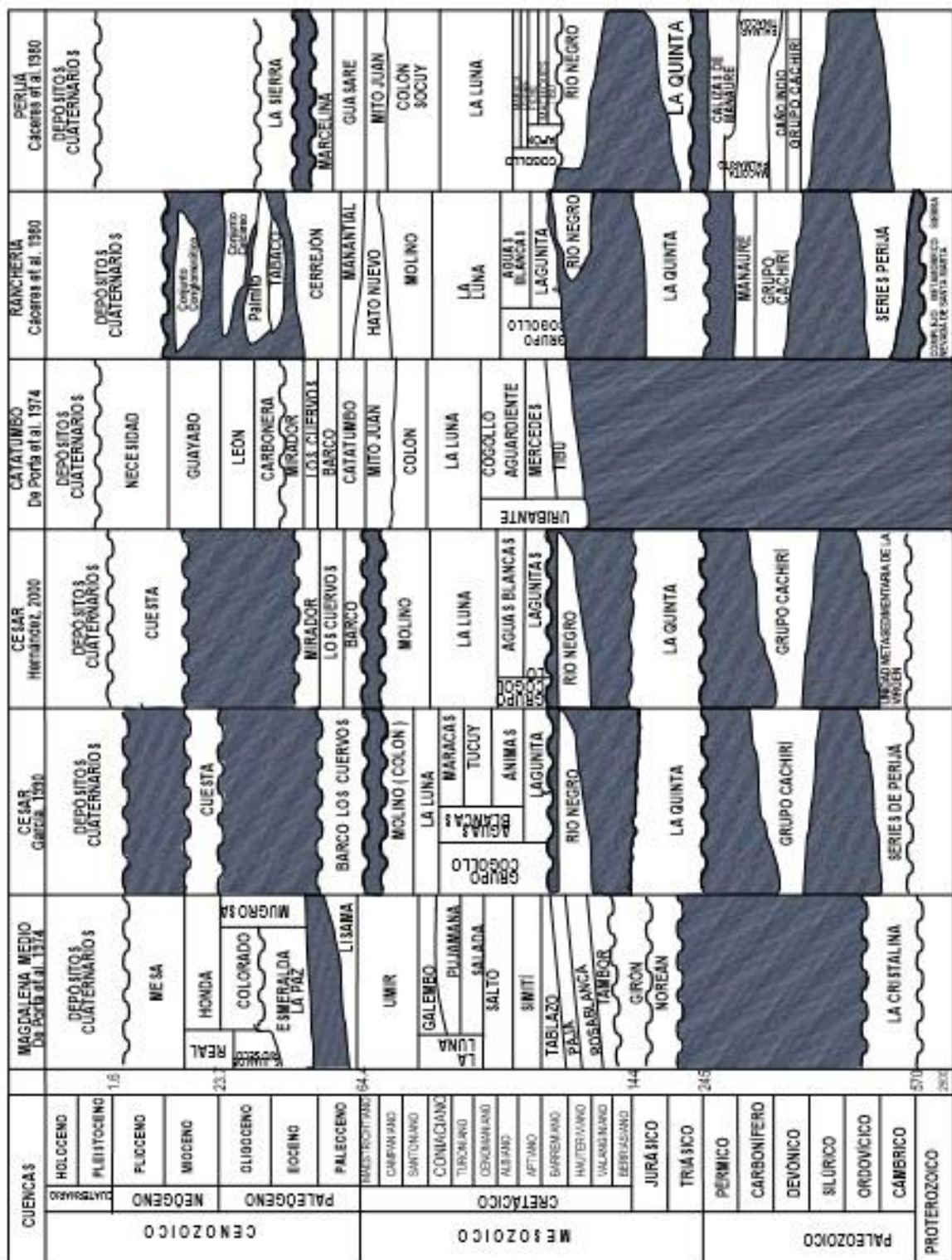


Figura 24. Diagrama de correlación de las unidades de la Jagua de Ibirico.

9.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el área de estudio, especialmente en la Serranía del Perijá, se observa la presencia de plegamientos y fallas tectónicas, propias de la Cordillera Oriental del país.

- Sinclinal de La Jagua de Ibirico.

Es una estructura con una orientación N- 45°- E, con una longitud de 9 Km y un ancho de 2,5 Km, siendo amplio en el costado Sur y estrecho hacia el Norte. Se considera una estructura estable poco deformada y sin fallas que afecten la continuidad de los mantos. Tiene un cabeceo de bajo ángulo hacia el SW y buzamiento de 25 °C.

- Sinclinal de Los Corazones

Corresponde a una estructura pequeña localizada al SE del sinclinal de La Jagua y al MW del anticlinal de Cerro Largo, se distingue como un bloque aislado limitado por fallas, de bajo interés económico por no presentar mantos de carbón. Sus buzamientos son suaves, de 8°C a 20°C.

- Anticlinal de Cerro Largo

Se presenta como una loma alargada en su flanco oriental, donde se puede seguir la continuidad de los mantos de carbón. Está orientado casi paralelo al eje sinclinal de La Jagua. El flanco occidental se encuentra fallado, formando dos bloques, uno cercano al eje, conformando un valle suave y el otro corresponde al flanco oriental del sinclinal de La Jagua. Posee una longitud aproximada de 5 Km por 1.5 Km de ancho.

- Anticlinal Loma Corazones

La estructura tiene un eje de dirección N-75°-E, con cabeceo hacia el SW y un buzamiento promedio de 15 °C, limitado por las fallas de los Corazones y Santa Cruz que lo separan del sinclinal de La Jagua y de Loma Corazones.

- Sinclinal de Loma Redonda

Corresponde a un pliegue suave y asimétrico. Su eje presenta una dirección N-25°-E y aparece limitado al Norte por la falla Santa Cruz, al Este por la Falla Loma Redonda y al Sur por la Falla Sominca y Potrero.

FALLAS

- Falla de Perijá

Tiene una dirección N 40 E, inversa y de bajo ángulo que enfrenta rocas de la Formación La Quinta con la Formación Colón - Mito Juan.

- Fallas de Arenas Blancas:

Inversa de alto ángulo y movimiento dextral, actualmente inactiva. Hacia el NE de Cerro Largo desplaza la falla de Perijá.

- Fallas de Santa Cruz:

Falla normal de plano vertical, dirección N 60 W y un desplazamiento vertical de aproximadamente 20 m. Produce bloques en forma de cuñas alineados al río Sororia y al arroyo Santa Cruz.

- Fallas Cerro Largo:

Se encuentra al Este del anticlinal de Cerro Largo, su dirección es paralela al eje de las estructuras y pone en contacto las rocas cretáceas en la secuencia Terciaria.

9.4 HIDROGRAFÍA

Las características hidrográficas en La Jagua de Ibirico, en general, pueden ser divididas en dos grandes áreas, una en el sector oriental que comprende la Serranía de Perijá y otra al occidente en la llanura aluvial.

El primer sector presenta una distribución dendrítica muy densa, dentro de la cual se pueden diferenciar otros patrones como paralelo, subparalelo, rectangular, entre otros, controlados por las características estructurales y litológicas de las unidades. Los drenajes son abundantes, y forman cuencas como las de los arroyos Los Indios y Zumbador, las quebradas San Antonio, La Mochila y La Mula, y los ríos Sororia y Tucuy.

En el segundo sector, los drenajes son menos abundantes y tienen un patrón paralelo a subparalelo. A pesar de la abundancia de los drenajes, la mayoría son de tipo intermitente, y lleva agua solo en épocas de lluvias. El área es muy plana y las corrientes de agua generalmente desbordan su cauce.

9.4.1 CUENCA DEL ARROYO SAN ANTONIO

El arroyo San Antonio atraviesa tres áreas geomorfológicamente contrastantes, desde su nacimiento en la Serranía de Perijá, que constituye relieve abrupto, la zona de colinas en el piedemonte hasta la zona de planicies. En la parte oriental, las corrientes presentan recorridos cortos y pasan por altas pendientes. En la parte centro y occidental, los tributarios tienen recorridos largos, de pendiente suave y caudal intermitente; como principal afluente está el arroyo Las Animas; otras menos importantes son los caños Salsipuedes, Piedra, Pajuil, Muñoz, y otros. La dirección predominante sigue siendo noroeste. El patrón de drenaje es subparalelo a subdendrítico.

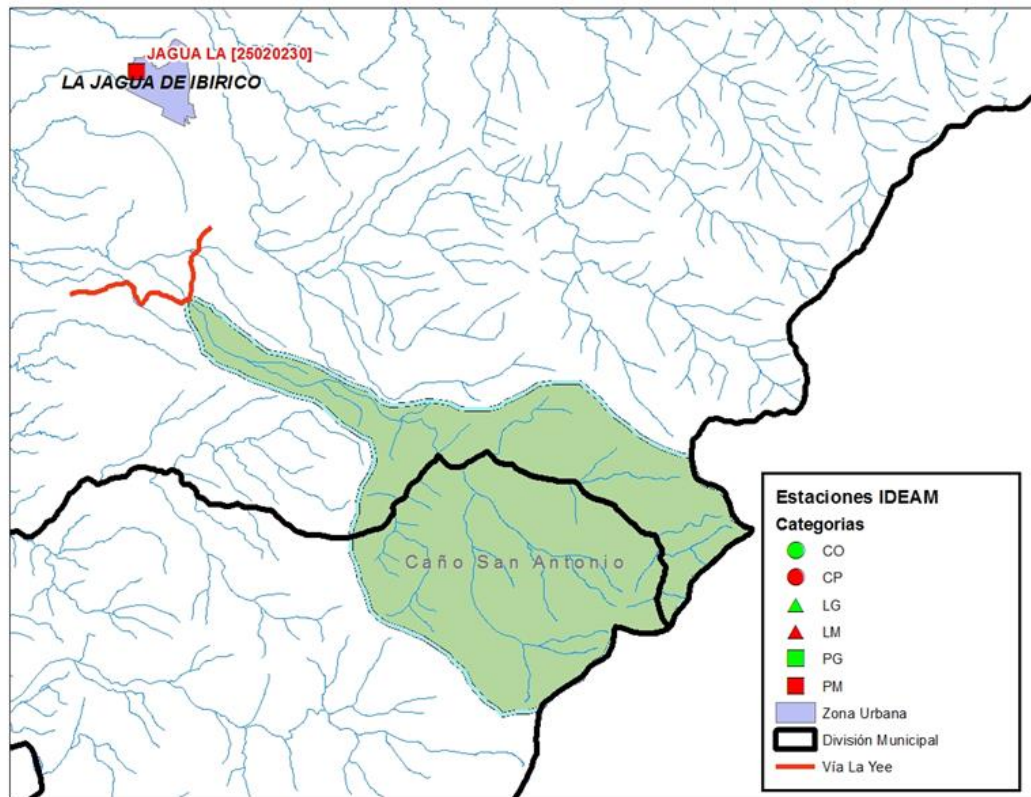


Figura 25. Patrón de drenaje Caño San Antonio.

El área de estudio se encuentra ubicada en el área hidrográfica Magdalena-Cauca, en la zona hidrográfica Cesar, específicamente se localiza en la subzona Bajo Cesar, sobre la margen izquierda del Río Cesar, subcuenca del Caño Guasimal, el cual es formado por el Caño San Antonio y Arroyo las Ánimas que drenan desde la Serranía del Perijá en sentido oriente - occidente.

9.5 FISIOGRAFÍA

La descripción fisiográfica se puede agrupar en tres áreas que son la planicie aluvial de piedemonte, la llanura aluvial y la zona de montaña. La zona montañosa la constituye la Serranía de Perijá donde se observa una topografía formada por pendientes estructurales de estratos potentes con fuertes buzamientos y plegamientos. En esta zona, entre las pendientes, se forman suaves valles. La

planicie aluvial de piedemonte se caracteriza por la presencia de cerros compuestos por material sedimentario, algunos de los cuales constituyen cerros de presión y su alineación es bastante notoria. Los numerosos abanicos conservan su forma y originan suaves pendientes que se pierden gradualmente en la llanura aluvial.

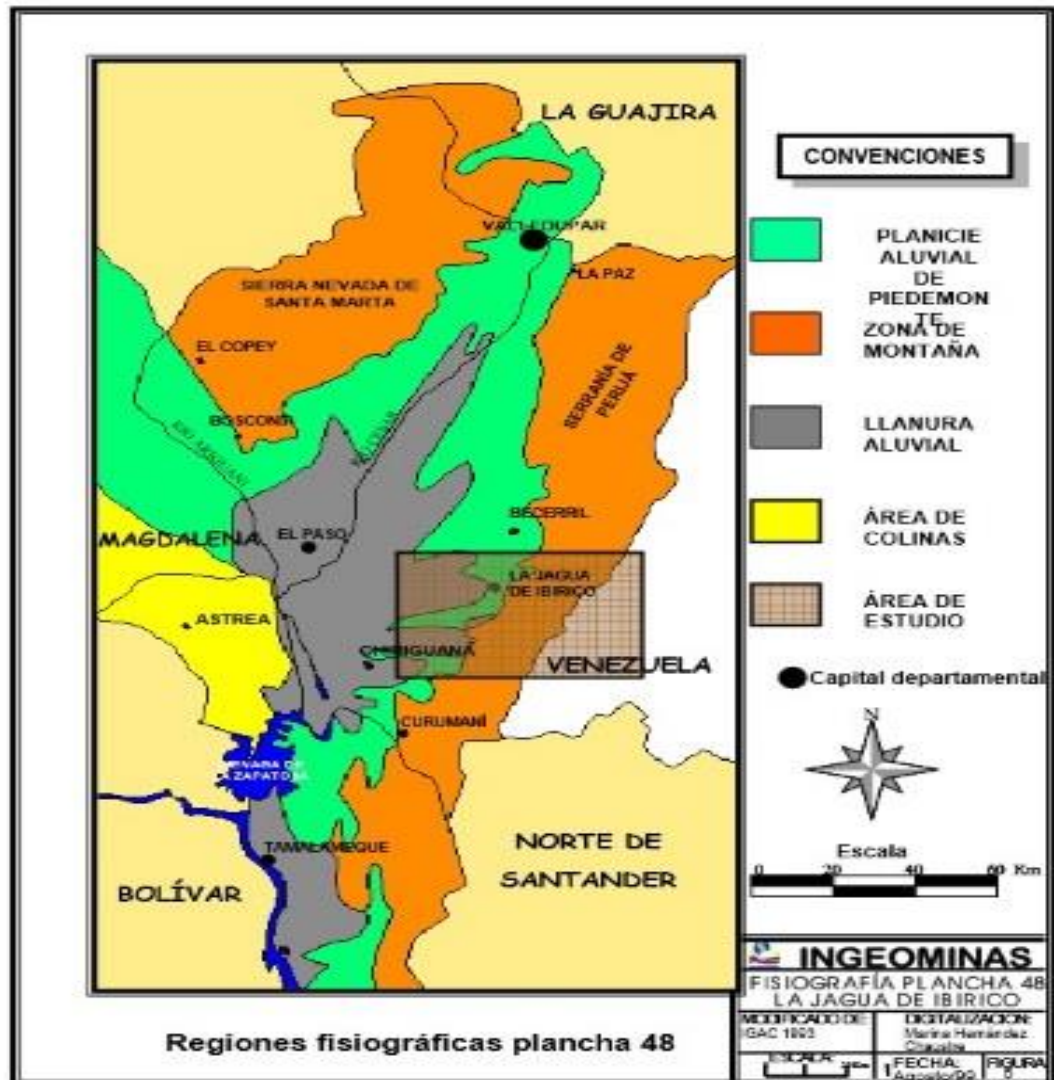


Figura 26. Fisiografía del municipio de La Jagua de Ibirico. Fuente: Memoria explicativa de la plancha 48

9.6 GEOMORFOLOGÍA

Geográficamente el municipio de la Jagua de Ibirico, está conformado por la planicie aluvial del río Cesar y el macizo de la serranía de Perijá, la región comprende gran diversidad de paisajes, desde sabanas tropicales, hasta alturas que llegan a los 2.800 m.s.n.m.

GEOFORMAS		GEOLOGIA REGIONAL	LITOLOGIA DOMINANTE	CÁRACTERISTICAS
MODELADO MAYOR	MODELADO MENOR			
Planicie de Piedemonte (A)	<ul style="list-style-type: none"> * Abanicos aluviales * Sabanas (Abanicos) * Terrazas * Valles intermontanos coluviales valles aluviales 	Cuaternario	Rocas sedimentarias, conformadas por shales, calizas, areniscas y lutitas negras	<ul style="list-style-type: none"> * El paisaje se presenta sobre sedimentos continentales a epicontinentales. * Se encuentran depósitos aluviales, coluviales y fluvioglaciares. * El relieve va de plano a ligeramente ondulado, con pendiente desde 0-12%
Zona de Montaña Alta (B)	<ul style="list-style-type: none"> * Piedemonte * Laderas de alta montaña 	Paleozoico y Precámbrico	Rocas metamórficas y sedimentarias. Dominio de filitas,	<ul style="list-style-type: none"> * Se ubica sobre el piso subandino de la serranía de Perijá.

Tabla 8. Principales unidades geomorfológicas en La Jagua de Ibirico.

PLANICIE ALUVIAL DE PIEDEMONTE (A)

Le constituyen las unidades intermedias entre las planicies de inundación y las colinas, las unidades son las siguientes:

- Abanicos aluviales
- Sabanas (Abanicos)
- Terrazas

- Valles aluviales

Los abanicos presentan en su parte superior escurrimiento difuso y concentrado, mientras que en su parte inferior, que es de relieve plano, ligeramente plano a plano convexo, el proceso dominante es el escurrimiento difuso.

En los flancos del valle predominan conos y abanicos que forman terrazas, mesas y cuestras. En algunas áreas estos abanicos se han inclinado suavemente existiendo un rasgo tectónico centrado sobre la falla de Arenas Blancas y otras asociadas.

Las planicies de piedemonte se caracterizan por contener depósitos aluviales, coluviales y fluvioglaciares; en relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes del orden de 0 al 12%.

Geológicamente, esta unidad de las planicies de piedemonte, corresponde al Cuaternario, con una litología dominante, constituida por rocas sedimentarias, conformadas por Shales, calizas, areniscas y lutitas negras.

Localmente la subcuenca del río Tucuy presenta una topografía de carácter aluvional, solo en una franja angosta a lo largo de los cursos de los ríos inferiores Tucuy y Sororia, es posible identificar algún desarrollo de suelo. Esto explica porque no se encuentra al interior de la cuenca estructuras geomorfológicas típicas de este paisaje, tales como diques, bacines, rellenos palustres y lacustres etc.

La zona sufre intensas acciones de peniplanación, hasta el extremo que en varios puntos la denudación permitió el afloramiento de aquellos horizontes del Cenozoico inferior y aun del Cretáceo, cuyos constituyentes son de difícil disolución.

ZONAS DE MONTAÑAS ALTAS (B)

Geoformas características de la serranía del Perijá en ambientes climáticos frío, medio y cálido húmedo y en alturas que alcanzan los 2800 m.s.n.m. Son montañas

estructurales en complejos sedimentarios de rocas areniscas, lutitas, limolitas, arcillolitas y calcitas influenciadas por depósitos de cenizas volcánicas en las partes de topografía más suave.

El modelado del paisaje ha creado laderas de relieve ligeramente inclinado a escarpado.

En las partes altas de la serranía, en relieve escarpado, con pendientes mayores al 25% en su parte alta, en la zona de piedemonte su relieve es ondulado con pendientes menores.

Se observa fundamentalmente procesos de solifluxión y deslizamientos. Su geología se remonta a la era Paleozoica y Precámbrica con predominio litológico de rocas metamórficas y sedimentarias, en las cuales se observan filitas, cuarcitas, gneis y granodioritas.

10 MARCO DE ANTECEDENTES

Título: “Análisis comparativo de capacidad portante en medios homogéneos y estratificados para cimientos superficiales”

Alcance: este trabajo de grado va dirigido a realizar análisis comparativos tomando como referencia un punto de vista numérico y ecuaciones de teorías clásicas a perfiles de suelo homogéneos, realizando también los mismos estudios con base a las metodologías existentes desde hace varias décadas. Estableciendo al final comparaciones entre los dos métodos: método convencional y método moderno.

Aporte: este proyecto me ayudó a comprender desde otra perspectiva profesional y con la aplicación de diferentes métodos en diferentes situaciones la importancia de la capacidad portante teniendo en cuenta diferentes estructuras de suelo a analizar.

Título: *“Estudio de suelos para la construcción de una vivienda unifamiliar, Corregimiento de Rincón Hondo, Municipio de Chiriguana “*

Alcance: el objetivo desarrollado fue determinar el comportamiento del sistema suelo – estructura (asentamientos, problemas potenciales), llevando a cabo un análisis de las características geotécnicas basándose en ensayos de laboratorios y los rasgos geológicos y geomorfológicos de la zona de estudio; obteniendo como resultado los métodos constructivos más adecuados.

Aporte: muestra la importancia de realizar un estudio geotécnico quien permite identificar, clasificar y conocer las características del terreno; estos son indispensables para realizar un correcto cálculo y diseño de cimentación de la construcción. Se ejecutan con el fin de evitar los problemas de inestabilidad en las edificaciones y estructuras varias.

Título: *“Estudio geotécnico y diseños de pavimentos, obras hidráulicas y de contención para la construcción de red vial secundaria del departamento de norte de Santander”*

Alcance: describe como se desarrolló el estudio geotécnico y el diseño de pavimentos para varios corredores viales de la red secundaria del departamento de norte de Santander como contribución al mejoramiento de la calidad de vida de estas comunidades.

Aporte: este trabajo sirve como pauta y representa la importancia de la normatividad y la responsabilidad referente a estudios geotécnicos, la recopilación de información, las exploraciones en campo, como se deben realizar las pruebas de laboratorio, clasificación de los suelos y la evaluación de la capacidad portante del suelo.

11. MARCO TEÓRICO

11.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

La Ingeniería Geotécnica es una componente especializada de la Ingeniería Civil. Comprende la Mecánica de Suelos, la Mecánica de Rocas y la Ingeniería

Geológica. Como tal, reúne bajo un solo término los principios de estas disciplinas, dedicadas al comportamiento de los materiales que forman la corteza terrestre.

El objetivo de un programa de exploración geotécnica, es definir las condiciones geológicas del sitio bajo consideración. Esto involucra determinar la distribución de materiales geológicos presentes, las propiedades físicas de estos materiales y la presencia y distribución de detalles geológicos en dichos materiales. El método de exploración utilizada y su alcance, debe ajustarse a las necesidades del proyecto; Solo debe concluir cuando la distribución y características de los materiales presentes se conocen con suficiente precisión para permitir el diseño confiable de los elementos geotécnicos del proyecto.

El informe de investigación geotécnica de un sitio, también llamado frecuentemente el estudio del suelo, debe incluir como mínimo la siguiente información:

- Una descripción del entorno geológico del sitio.
- Una descripción detallada de los materiales encontrados en el proceso de exploración, incluyendo la medición, extrapolación, o estimación de las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos y rocas, relevantes al diseño de los elementos geotécnicos del proyecto.
- Recomendaciones para el diseño de los elementos geotécnicos, que constituyen el propósito del estudio. Estas pueden ser:
 - Capacidad de Soporte Admisible en el caso de cimientos (aquella que no ocasione una falla por capacidad de soporte o asentamientos inadmisibles).
 - Magnitud y Distribución de presiones laterales en el caso de estructuras de retén.
 - Permeabilidad de los estratos de interés en el caso de un sistema de drenajes subterráneos.

Tipo de Condición	Propiedad del Suelo	Normativa
Ensayos Índice	Contenido de Humedad Humedad, material orgánico y turba Peso Específico Gravedad Específica Tamaño de Partículas (Tamizado e Hidrométrico) Límites de Atterberg Equivalente de Arena (SE) Densidad máxima y mínima en suelos no-cohesivos Difracción por Rayos X pH de suelos	ASTM D 2216 ASTM D 2974 Tubo Sacamuestras o Muestras a Bloque ASTM D 854, C 127 ASTM D 422 ASTM D 4318 ASTM D 2419 ASTM D 2049 ASTM STP 479 ASTM D 4972
Permeabilidad	Cabeza Constante Cabeza Variable	ASTM D 2434 ASTM D 5084
Asentamiento	Consolidación Colapso Contenido Orgánico Compactación (Proctor Estándar) Compactación (Proctor Modificado)	ASTM D 2435 ASTM D 5333 ASTM D 2974 ASTM D 698 ASTM D 1557
Suelo Expansivo	Hinchamiento Índice de Expansión	ASTM D 4546 ASTM D 4829
Resistencia al Corte	Resistencia a Compresión No Confinada Ensayo Triaxial No Consolidado - No Drenado (UU) Ensayo Triaxial Consolidado - No Drenado (CU) Corte Directo Corte Anular Veleta en Miniatura	ASTM D 2166, D 2938 ASTM D 2850 ASTM D 4767 ASTM D 3080 ASTM D 6467 ASTM D 4648
Erosión	Arcilla Dispersiva	ASTM D 4647
Pavimentos y Deterioro	Relación de Soporte de California (CBR) Pavimentos: Valor de "R" Sulfato	ASTM D 1883 ASTM D 2844 Análisis Químico
Ensayos de Campo	Penetración Estándar (SPT) Penetración de Cono (CPT) Veleta de Campo (FVT) Prueba de Placa Prueba de Carga en Pilotes	ASTM D 1586 ASTM D 3441 ASTM D 2573 ASTM D 1194 ASTM D 1143

Tabla 9. Ensayos típicos del laboratorio y campo usados en la ingeniería geotécnica.

Se deben evaluar las propiedades índice de los suelos como son: la densidad, porosidad, relación de vacíos, gravedad específica, contenido de humedad, límites de Atterberg y algunos otros parámetros descriptivos generales, similares a éstos, adicionalmente propiedades ingenieriles como: la resistencia, la compresibilidad y la permeabilidad. Estos parámetros pueden determinarse con pruebas de

laboratorio, pruebas de campo realizadas en-sitio, o mediante estimaciones y cálculos basados en experiencias previas.

I. Propiedades Comunes de Suelos Arcillosos (Referencia 12)

Consistencia	N (SPT)	Prueba Manual	$\gamma_{\text{saturada}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	Uc (kPa)
Dura	> 30	Difícil de mellar	> 2.0	> 400
Muy firme	15-30	Mellada con las uñas	2.08 - 2.24	200 - 400
Firme	8-15	Mellada por el pulgar	1.92 - 2.08	100 - 200
Medianamente firme	4-8	Moldeada con presión fuerte	1.76 - 1.92	50 - 100
Suave	2-4	Moldeada con presión leve	1.60 - 1.76	25 - 50
Muy suave	< 2	Se estruje entre los dedos	1.44 - 1.60	0 - 25

donde: N(SPT) = resultado de la prueba de penetración estándar (golpes por pie)

γ_{saturada} = peso unitario saturado

Uc = resistencia a compresión no-confinada

II. Propiedades Comunes de Suelos Granulares, No-Cohesivos (Referencia 12)

Material	Compacidad	Densidad Relativa	N (SPT)	$\gamma_{\text{seca}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	Relación de vacíos	Ángulo de fricción interna
GW: gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena	Densa	75%	90	2.21	0.22	40°
	Media	50%	55	2.08	0.28	36°
	Suelta	25%	< 28	1.97	0.36	32°
GP: gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena	Densa	75%	70	2.04	0.33	38°
	Media	50%	50	1.92	0.39	35°
	Suelta	25%	< 20	1.83	0.47	32°
SW: arenas bien graduadas, arenas gravosas	Densa	75%	65	1.89	0.43	37°
	Media	50%	35	1.79	0.49	34°
	Suelta	25%	< 15	1.70	0.57	30°
SP: arenas mal graduadas, arenas gravosas	Densa	75%	50	1.76	0.52	36°
	Media	50%	30	1.67	0.60	33°
	Suelta	25%	< 10	1.59	0.65	29°
SM: arenas limosas	Densa	75%	45	1.65	0.62	35°
	Media	50%	25	1.55	0.74	32°
	Suelta	25%	< 8	1.49	0.80	29°
ML: limos inorgánicos, arenas muy finas	Densa	75%	35	1.49	0.80	33°
	Media	50%	20	1.41	0.90	31°
	Suelta	25%	< 4	1.35	1.00	27°

Tabla 10. Valores típicos de propiedades de los suelos.

11.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico se emplea de forma muy habitual. Es común para la identificación y caracterización de los materiales geológicos en la Ingeniería.

Se realizaran mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la maya. Los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen sus características ya determinadas.

Ante todo, los suelos y las rocas deben identificarse y clasificarse con una buena descripción de campo y/o laboratorio, mediante observaciones, pruebas o ensayos sencillos que permiten seleccionar los ensayos de laboratorio posterior, fijado el tipo, calidad y cantidad de la muestra.

Para ello, normalmente existen varias normas y sistemas de clasificación internacionales a las que hay que referirse; la descripción y clasificación de los suelos en general se realiza con el siguiente orden de importancia: Tamaño, forma de las partículas y su composición.

El tamaño de las partículas de un suelo puede ser muy variado, desde micras hasta bloques de grandes dimensiones. La medida de dicho tamaño se conoce con el nombre de: Granulometría.

El análisis granulométrico es una distribución por tamaño de las partículas de suelo; la distribución de las partículas sólidas se realiza según normales específicas.

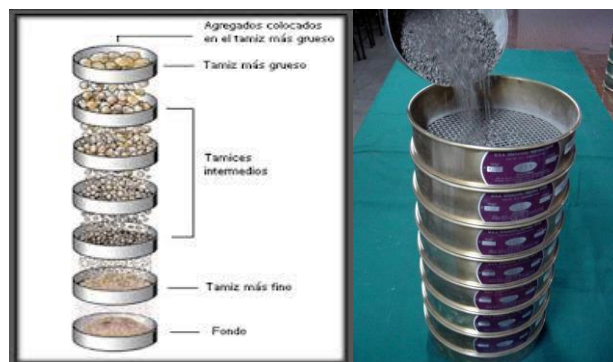


Figura 27. Tamices: Estudio Granulométrico.

11.3 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Sistema USCS de Clasificación de Suelos

IDENTIFICACION EN EL CAMPO				SÍMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO			
<div>SUELOS DE GRANO GRUESO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO POR EL TAMIZ # 200</div> <div>ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4</div> <div>GRAVAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ # 4</div> <div>ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)</div> <div>ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)</div> <div>ARENAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)</div> <div>GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)</div> <div>GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)</div> <div>GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS</div> <div>GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO</div> <div>GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA</div> <div>ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS</div> <div>ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS</div> <div>ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAL GRADUADAS</div> <div>ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS</div> <div>MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40</div>						DETERMINENSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE:			
						C _u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 4 ; C _c = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3			
						NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS GW			
						LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O I _p MENOR QUE 4		POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON I _p ENTRE 4 Y 7; CASOS LÍMITES QUE REQUEREN EL USO DE SÍMBOLOS DOBLES	
						LÍMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O I _p MAYOR QUE 7			
						C _u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 6 ; C _c = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3			
						NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS SW			
						LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O I _p MENOR QUE 4		POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON I _p ENTRE 4 Y 7; CASOS LÍMITES QUE REQUEREN EL USO DE SÍMBOLOS DOBLES	
						LÍMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O I _p MAYOR QUE 7			
						<div>SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200</div> <div>LIMOS Y ARCILLAS CON LÍMITE LIQUIDO MENOR DE 50</div> <div>LIMOS Y ARCILLAS CON LÍMITE LIQUIDO MAYOR DE 50</div> <div>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</div> <div>FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA</div> <div>Pt</div> <div>TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</div>						LINEA A: I_{p} = 0.73(WL - 20) 60 50 40 30 20 10 0 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 INDICE DE PLASTICIDAD LÍMITE LIQUIDO COMPARANDO CON SUELOS CON EL MISMO LÍMITE LIQUIDO CH LINEA A CL OL ML CL o ML OL o ML OH OH o MH
<div>UTILÍCESE LA CURVA GRANULOMÉTRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO</div> <div>GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC</div> <div>CASOS LÍMITES QUE REQUEREN EL EMPLEO DE SÍMBOLOS DOBLES</div> <div>MEÑOS DEL 5%</div> <div>MÁS DEL 12%</div> <div>5% AL 12%</div>									
<div>GRÁFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO</div>									

LINEA A: $I_p = 0.73(WL - 20)$

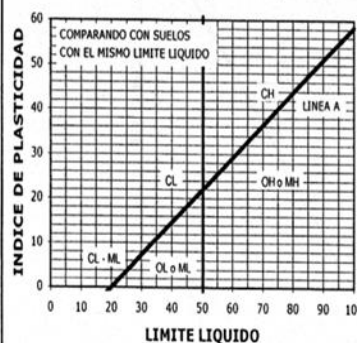


GRÁFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO

Tabla 11. Clasificación USCS de suelos.

11.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2,..., A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz nº 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz nº 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz nº 200).

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Tabla 12. Clasificación de Suelos Según AASHTO.

11.5 EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)⁷

Es un tipo de prueba de penetración dinámica, que es empleado para realizar ensayos en terrenos que se requiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Determina la Compacidad y la Capacidad de Soporte del suelo no cohesivo, tomando muestras se pueden hallar múltiples correlaciones como por ejemplo la relación entre el número de golpes N Medido y la compacidad o el ángulo de fricción del suelo y la resistencia a la compresión simple por medio de tablas o ábacos ya existentes. El ensayo SPT se realiza en el interior de sondeos durante la perforación, consiste básicamente en contar el número de golpes (N) que se necesitan para introducir dentro de un estrato de suelo, un toma muestras (cuchara partida hueca y cilíndrica) de 30 cm de largo, diámetro exterior de 51mm e interior 35mm, que permite realizar tomas de muestra naturalmente alterada en su interior, a diferentes profundidades (generalmente con variación de metro en metro). El peso de la masa esta normalizado, así como la altura de caída libre, siendo éstos respectivamente 63.5 kg y 76.2 cm. Este ensayo se realiza en depósitos de suelo arenoso y de arcilla blanda; no es recomendable llevarlo a cabo en depósitos de grava, roca o arcilla consolidada, debido a los daños que podría sufrir el equipo de perforación al introducirlo dentro de dichos estratos.

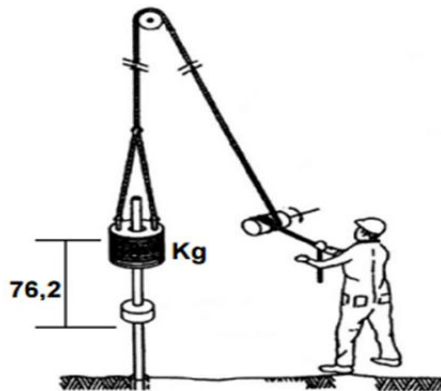


Figura 28. Esquema toma de muestra (Ensayo penetración estándar).

⁷ estudio de resultados ensayo de penetración estándar (spt) para el factor de corrección (cn) y el ángulo de fricción (ϕ) del suelo usando diferentes tipos de correlaciones, 2014.

Equipo:

Pesa 63.5 kg con una altura de caída de 76.2 cm

Barras y brazos de perforación

Flexómetro

Fundas de plástico

Tarjetas de identificación

El método de Penetración Estándar es el más ampliamente usado para la exploración de suelos, y comprende dos etapas:

- El Sondeo: Consiste en hacer una perforación con barreno, inyección de agua o sondeo rotatorio usando un taladro con movimientos de rotación de alta velocidad y circulando agua para extraer los detritos.
- El Muestreo: se realiza el sondeo hasta la profundidad establecida, y a continuación se lleva al fondo de dicha perforación una cuchara normalizada que se hince 15 cm (6") en la capa a reconocer, a fin de eliminar la zona superficial parcialmente alterada, por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución del sondaje.

Se hace una señal sobre el varillaje y se cuenta el número de golpes (N) necesarios para hincar de nuevo la cuchara, la profundidad de 30 cm (12"). Utilizando la pesa de 63.5 kg con una altura de caída de 76.2 cm.

Entonces el parámetro medido será:

$$N = N1 + N2$$

Dónde:

N1: Es el número de golpes necesarios para hundir él toma muestras 15cm.

N2: Es el número de golpes que se necesita para hundir los 15 cm. restantes del toma muestras.

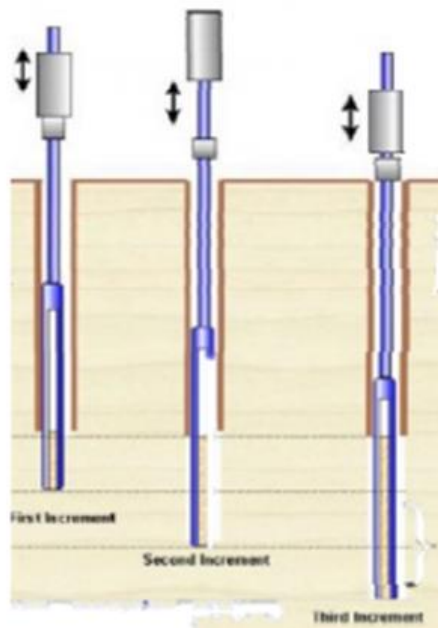


Diagrama de toma de muestreo (SPT)

Si por algún motivo el número de golpes necesarios para hincar cualquier intervalo de 15 cm es superior a 50, entonces el resultado del ensayo deja de ser la suma que se indica anteriormente para convertirse en RECHAZO, teniéndose que anotar la longitud hincada en el tramo en el cuál se han alcanzado los 50 golpes. El ensayo se da por finalizado cuando se alcanza este valor.

Finalmente se abre la cuchara partida y se toma la muestra de su interior, para realizar los ensayos correspondientes, (contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, peso específico). Las muestras recuperadas en el penetrómetro que mantienen su forma cilíndrica pueden ser usadas para pruebas de compresión sin confinamiento.

Se recomienda que las muestras recuperadas del suelo se introduzcan en unos recipientes herméticos, en los que se fijaran unas etiquetas donde mencionen: localización, denominación del sondeo, fecha, numero de muestra, profundidad de ensayo, resistencia a la compresión del terreno.

Otro parámetro que se puede determinar a partir del N obtenido y de la clasificación posterior del suelo, esto mediante tablas quienes presentan una descripción de las consideraciones geotécnicas en base a su compacidad y/o consistencia de los diferentes registros de perforación para establecer las propiedades mecánicas de los diferentes estratos encontrados en sondeo:

PARA SUELOS GRANULARES		
Numero de penetración estándar N	Densidad relativa	Estado del suelo
0 a 3	0 a 15	Muy suelto
3 a 8	15 a 35	Suelto
8 a 25	35 a 65	Medio
25 a 42	65 a 85	Denso
42 a 58	85 a 100	Muy denso

Tabla 13. Consideraciones geotécnicas para suelos granulares. Fuente: Brajas Das. “Principios de ingeniería para cimentaciones “

PARA SUELOS ARCILLOSOS		
Numero de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresion Kpa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

Tabla 14. Consideraciones geotécnicas para suelos arcillosos. Fuente: Brajas Das. “Principios de ingeniería para cimentaciones “

11.6 TEORÍA DE TERZAGHI⁸

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría para evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor que o igual al ancho de la misma. Sin embargo investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con D_f igual a 3 ó 4 veces el ancho de la cimentación se definen como cimentaciones superficiales.

Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o de franja (es decir, la razón de ancho a largo de la cimentación tiende a 0), la superficie de falla en un suelo bajo carga última se supone similar a la mostrada en la figura, (Note que este es el caso de la falla cortante general. El efecto del suelo arriba del fondo de la cimentación se supone reemplazado por el efecto de una sobrecarga equivalente $q = \gamma D_f$ (donde γ = peso específico del suelo). La zona de falla bajo la cimentación se separa en tres partes.

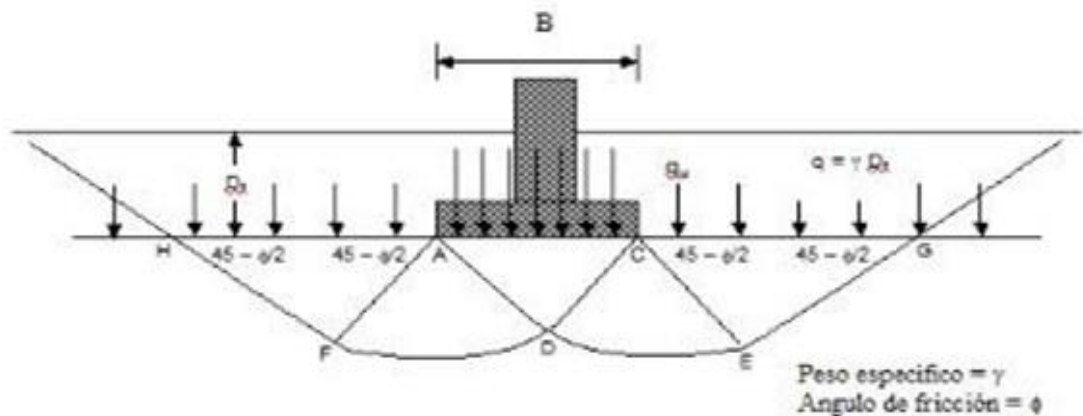


Figura 29. Falla por capacidad de carga en suelo.

⁸ K. Terzaghi: Theoretical soil mechanics, Wiley, New York, 1943

En su planteamiento, Terzaghi, llega a la propuesta de una ecuación para obtener la Capacidad de Carga Última (a la que llama: q_c), para una zapata alargada:

$$q_c = 1.3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Y para el caso de emplearse una zapata cuadrada, propone:

$$q_c = c N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Dónde:

q_u = capacidad de carga última del suelo en t/m^2 .

$\gamma_1 \gamma_2$ = peso volumétrico del suelo bajo la zapata y sobre el nivel del desplante, respectivamente en t/m^2 .

C = ordenada al origen de la envolvente de resistencia corte del suelo (cohesión) en t/m^2

N_c, N_γ, N_q = factores de capacidad de carga, que son función del ángulo de fricción interna del suelo.

B = ancho de la zapata en m.

D_f = profundidad de desplante m.

12. MARCO CONCEPTUAL

Suelo: se denomina suelo al material resultante de la descomposición y desintegración de la roca por el ataque de los agentes atmosféricos⁹.

Vías terciarias: las vías terciarias son aquellas que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.¹⁰

Granulometría: la granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.¹¹

Capacidad portante: es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.

Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.¹²

⁹ Mecánica de suelos y cimentaciones 5a Ed Escrito por Carlos Crespo Villalaz,

¹⁰ http://www.construdata.com/Bc/Otros/Newsletter/carreteras_clasificacion_y_componentes.asp

¹¹ T. William Lambe. Robert V. Whitman. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 1997

¹² http://www.academia.edu/4403901/CAPACIDAD_PORTANTE_DE_LOS_SUELOS._BEARING_CAPACITY_OF_SOILS

Angulo de fricción: Angulo de Fricción El ángulo de fricción es la representación matemática del coeficiente de rozamiento, el cual es un concepto básico de la física: $\text{Coeficiente de rozamiento} = \tan \phi$ 82 .El ángulo de fricción depende de varios factores (Bilz, 1995) entre ellos algunos de los más importantes son: a. Tamaño de los granos b. Forma de los granos c. Distribución de los tamaños de granos d. Densidad.

Cimentación: al conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soporta, el área de contacto entre el suelo y la cimentación debe ser proporcionalmente más grande que los elementos soportados, excepto en suelos rocosos muy coherentes.

Profundidad de desplante: es la profundidad en la que se encuentra un estrato estable para la cimentación.

Estratigrafía: ciencia derivada de la geología que trata de la descripción de los estratos que forman la corteza terrestre y su organización en unidades distintivas, útiles, reconocibles, sobre la base de sus propiedades o atributos inherentes.

13.METODOLOGÍA

La primera fase del presente proyecto comprendió la compilación, análisis y evaluación de la información documental (informes y tesis) y cartográfica (mapas) disponible. Con la información compilada se realizó un informe diagnóstico que permitió establecer el estado actual del tema, así se obtuvo un bosquejo geológico donde se identificaron las principales unidades geomorfológicas y litológicas.

Para ejecutar la investigación, se recopiló y evaluó toda la información geotécnica pertinente, igualmente la información sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. Con este propósito, se realizó una inspección de campo y se revisaron estudios de suelos ejecutados en la zona de interés.

La investigación en campo realizada con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo, se realizaron dos (2) ensayos de penetración estándar (SPT) hasta una profundidad de 6.0 m, y la correspondiente toma de muestras alteradas con la cuchara partida (Split Spoon), de acuerdo a lo establecido en la norma de ensayo INV E – 111. De cada uno de estos sondeos se obtuvieron muestras alteradas, con el fin de la determinación de sus propiedades índices y clasificatorias del suelo.

La ubicación de los sondeos se distribuyó sobre el área del proyecto de vía terciaria donde se va a construir puente sobre el Rio San Antonio en el municipio de La Jagua de Ibirico. La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada de la ASTM D 1586, y correspondiente a la INV-E-111-2013 conocida como Ensayo de Penetración Estándar (SPT).

SONDEO 1	9° 30' 29.69° N	73° 19' 50.73° O
SONDEO 2	9° 30' 25.50° N	73° 19' 48.49° O



Figura 30. Localización de los sondeos en área de estudio. Fuente: Google Earth

El equipo utilizado para las penetraciones, consta principalmente de una pesa de 140 libras que efectúa un recorrido libre de 76 centímetros y se va registrando el número de golpes para que un muestrador penetre 30 centímetros dentro de la masa de suelo, tal como se indica en el numeral 2.8 de la citada Norma INV. Los valores de penetración, medidos en términos del número de golpes/pie, será un indicador, en el caso de los suelos granulares del grado de compacidad y/o densidad relativa del perfil del suelo, y para los suelos cohesivos de su consistencia.

De estas exploraciones se tomaron muestras alteradas en los diferentes niveles del subsuelo, con el fin de determinar sus características índices por intermedio de ensayos de distribución granulométricas, límites de Atterberg, contenidos de humedad, pesos unitarios, que serán base para establecer indicadores de suelos expansivos y/o licuables, o no aptos en sus características de resistencias para soportar el tipo de estructura propuesto. Igualmente, para la determinación de la resistencia a la compresión inconfiada de suelos arcillosos, se utilizó correlaciones adoptadas en la literatura geotécnica y a través de ella obtener la cohesión efectiva.

Una vez, efectuado el acopio de estas muestras, fueron trasladadas al laboratorio ubicado en la ciudad de Valledupar, con el fin de establecer su caracterización en concordancia a las normas de ensayos establecidas por el Instituto Nacional de Vías.

Es importante anotar, que durante la exploración del subsuelo, los ensayos de penetración en campo, alcanzaron a partir de los 0.60 m valores significativos para estas características de suelos arcillosos, que lo clasifican como suelos de consistencia Muy Dura.

Realizada la exploración del subsuelo se procedió a ejecutar los diferentes ensayos con el fin de conocer las características físicas de los materiales. Las muestras fueron obtenidas directamente de los sondeos.

Los resultados obtenidos con la prueba SPT permiten correlacionar características de los suelos, tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna y resistencia a la compresión inconfina da entre otros.

Entre los ensayos ejecutados se pueden mencionar:

Análisis granulométrico (INV – 123)

Límite líquido (INV E – 125)

Límite plástico e índice de plasticidad (INV E – 126)

Clasificación (AASHTO – USC)

Contenido de humedad natural (INV E- 122)

Una vez realizado los trabajos en campo y obtenidos los resultados de laboratorio, se estableció en el gráfico de perfil estratigráfico de los sondeos que incluyen su profundidad, espesor y respectiva clasificación; estos dieron base al cálculo para determinar la capacidad portante del suelo.

	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	UNIDAD	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA
0					
	0,55		GM	Suelo constituido por gravas limosas no plásticas, color habano. Humedad natural del 1,2%	1
	1,3		GMd	Suelo constituido por gravas limosas no plásticas, color grisáceo. Humedad natural del 3,2%	2
	2,1		GM	Suelo constituido por gravas limosas no plásticas, color habano grisáceo. Humedad natural del 3,8%	3
	3,15		SM	plásticas, color carmelita. Humedad natural del 4,2%	4
	4,65		SP	Suelo constituido principalmente por arenas mal gradadas, color grisáceo. Humedad natural del 4,8%	5
	6		GP	Suelo constituido principalmente por gravas mal gradadas. Color carmelita. Humedad natural del 6,2%	6
				FIN DEL SONDEO	

Tabla 15. Perfil estratigráfico Sondeo 1

	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	UNIDAD	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA
0					
	0,65		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color habano. Humedad natural del 1,0%	1
	1,25		GM	Suelo constituido por gravas limosas no plasticas, color habano grisaceo. Humedad natural del 1,8%	2
	2		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color grisaceo. Humedad natural del 2,3%	3
	3,25		GM	Suelo constituido por gravas limosas, color grisaceo. Humedad natural del 3,1%	4
	4,5		GP	Suelo constituido principalmente por gravas mal gradadas, color carmelita . Humedad natural del 3,6%	5
	6,3		GP	Suelo constituido principalmente por gravas mal gradadas. Color carmelita. Humedad natural del 4,0%	6
				FIN DEL SONDEO	

Tabla 16. Perfil estratigráfico Sondeo 2

En la última fase fue integrada toda la información obtenida en las etapas anteriores, y se realizó el informe final con sus respectivas recomendaciones de diseño

14. CRONOGRAMA

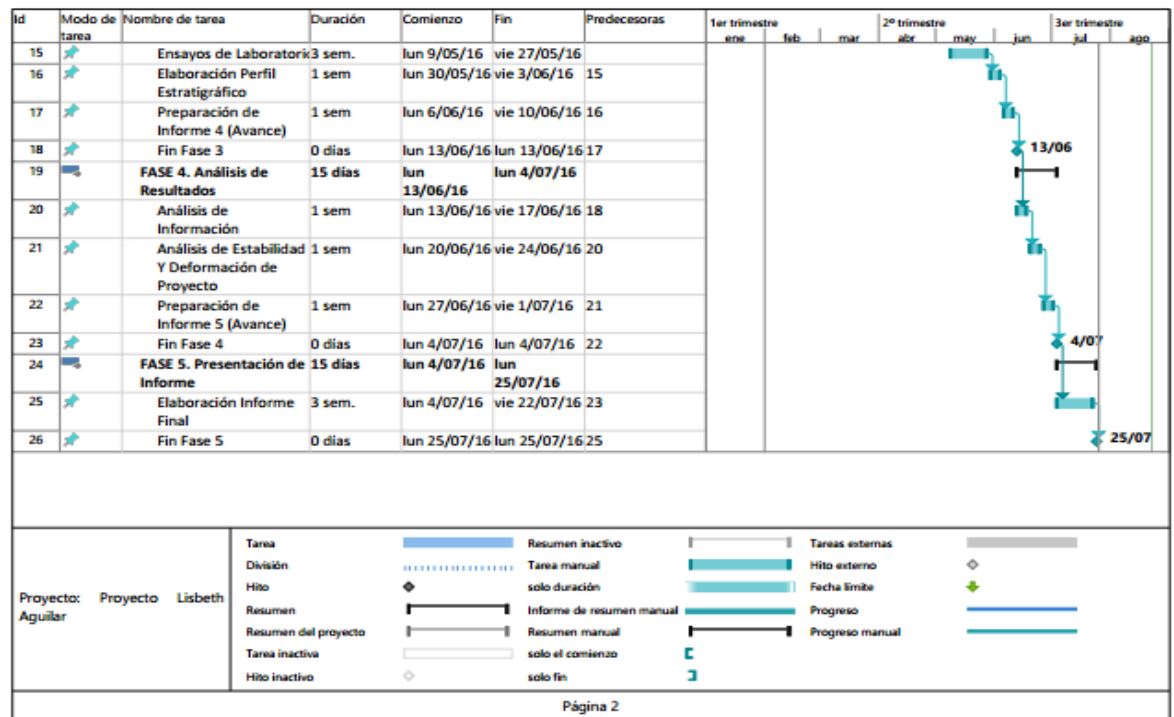
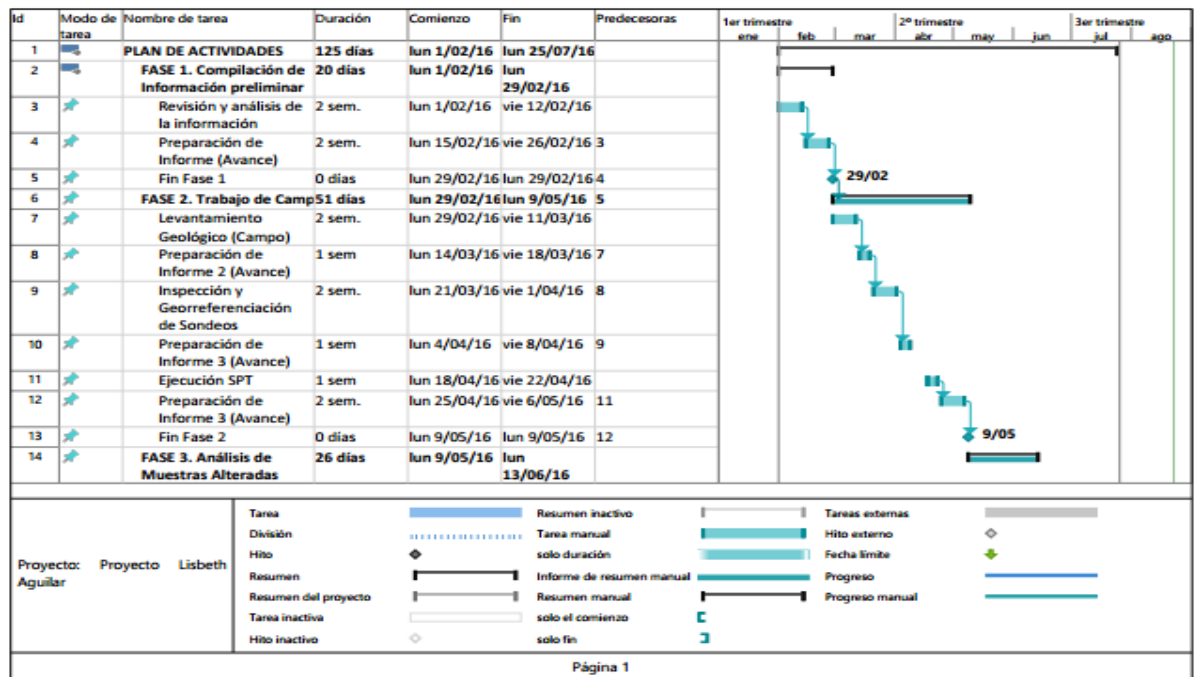


Tabla 17.Cronograma de actividades

15. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

A continuación se hace una descripción de las características de los materiales encontrados.

SONDEO UNO: De este sondeo se tomaron seis muestras de suelo, que presentan las siguientes características:

Muestra uno (0.00m – 0.55m), el cual presento un espesor de 0.55 m y corresponde a una grava limosa, color habano, cuya clasificación es A – 1a y GW – GM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 1.2%.

Muestra Dos (0.55m – 1.30m), el cual presento un espesor de 0.75m y corresponde a una grava limosa, color grisáceo, cuya clasificación es A – 1b y GMd en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 3.2%.

Muestra Tres (1.30m – 2.10m), el cual presento un espesor de 0.80m y corresponde a una grava limosa, color grisáceo, cuya clasificación es A – 1a y GW - GM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 3.8%.

Muestra Cuatro (2.10m – 3.15m), el cual presento un espesor de 1.05m y corresponde a una arena limosa, color carmelita, cuya clasificación es A – 1a y SW – SM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 4.2%.

Muestra Cinco (3.15m – 4.65m), el cual presento un espesor de 1.50m y corresponde a una arena mal gradada, color grisáceo, cuya clasificación es A – 1a

y SP en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 4.8.

Muestra Seis (4.65m – 6.00m), el cual presento un espesor de 1.35m y corresponde a una grava mal gradada, color carmelita, cuya clasificación es A – 1a y GP en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 6.2%.

SONDEO DOS: De este sondeo se tomaron seis muestras de suelo, que presentan las siguientes características:

Muestra Uno (0.00m – 0.65m), el cual presento un espesor de 0.65m y corresponde a una grava limosa, color habano, cuya clasificación es A – 1a y GW-GM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 1.0%.

Muestra Dos (0.65m – 1.25m), el cual presento un espesor de 0.60m y corresponde a una grava limosa, color habano grisáceo, cuya clasificación es A – 1a y GW-GM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 1.8%.

Muestra Tres (1.25m – 2.00m), el cual presento un espesor de 0.75m y corresponde a una grava limosa, color grisáceo, cuya clasificación es A – 1a y GW-GM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 2.3%.

Muestra Cuatro (2.00m – 3.25m), el cual presento un espesor de 1.25m y corresponde a una arena limosa, color grisáceo, cuya clasificación es A – 1a y SW-SM en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 3.1%.

Muestra Cinco (3.25m – 4.5m), el cual presento un espesor de 1.25m y corresponde a una grava mal gradada, color carmelita, cuya clasificación es A – 1a y GP en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 3.6%.

Muestra Seis (4.5m – 6.30m), el cual presento un espesor de 1.80m y corresponde a una grava mal gradada, color carmelita, cuya clasificación es A – 1a y GP en los sistemas AASHTO y U.S.C.S respectivamente. Este material no presenta plasticidad y contiene una humedad natural de 4.0%.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

PROF.	0.55- 1.00	1.00- 1.45	1.45- 1.90	1.90- 2.35	2.35- 2.80	2.80- 3.25	3.25- 3.70	3.70- 4.15	4.15- 4.60	4.60- 5.05	5.05- 5.50	5.50- 5.95
N° GOLPES	8- 32- 41	36- 44- 45	45- 47- 49	49- 52- 54	48- 54- 54	39- 55- 56	46- 55- 58	51- 58- 59	58- 58- 59	58- 59- 59	59- 59- 59	59- 59- 59

Tabla 18. Resultados del ensayo de penetración estándar (SPT), Sondeo 1

PROF.	0.80- 1.25	1.00- 1.45	1.45- 1.90	1.90- 2.35	2.35- 2.80	2.80- 3.25	3.25- 3.70	3.70- 4.15	4.15- 4.60	4.60- 5.05	5.05- 5.50	5.50- 5.95
N° GOLPES	31- 31- 38	38- 40- 41	41- 44- 44	44- 44- 46	46- 46- 48	48- 48- 49	49- 49- 49	50- 50- 56	50- 51- 51	51- 53- 53	53- 53- 594	56- 58- 58

Tabla 19. Resultados del ensayo de penetración estándar (SPT), Sondeo 2

16. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para la correlación de las propiedades mecánicas del suelo con el número de golpes (N) arrojados por el ensayo de penetración, primero hay que clasificar los suelos y definir si son suelos granulares o suelos arcillosos. Para este caso todos los suelos explorados presentan un mayor porcentaje de suelos de partículas gruesas, con alguna presencia de limos.

Es de anotar que para el número máximo de golpes (N) que se toma para el cálculo de la capacidad portante según la norma de ensayo no debe ser mayor de 50. A continuación se observa la determinación del Angulo de fricción para suelos granulares:

	SONDEO 1	SONDEO 2
Profundidad de desplante (mts)	2.7	2.75
Numero de golpes (N)	108	94
Peso eso. (Ton/m3)	1.7	1.7
Presión efectiva de sobrecarga (ton/m2)	4.59	4.68
Factor de corrección	0.49	0.49
N corregido	53	46
Φ	42	40

Tabla 20. Determinación del Angulo de fricción.

La profundidad de desplante tomada fue la correspondiente a los valores obtenidos por medio del ensayo de penetración estándar.

Teniendo el ángulo de fricción (Φ) del suelo explorado podemos determinar los parámetros de diseño de la fundación según terzaghi, y que se pueden ver a continuación:

	SONDEO 1	SONDEO 2
Φ	42	40
Nc	119.67	95.66
Nq	108.75	81.27
NY	171.99	115.31

Tabla 21. Determinación de los parámetros del suelo para la determinación de la capacidad de carga.

Para determinar la capacidad de cargar de la cimentación superficial, utilizamos la ecuación de terzaghi para zapatas cuadradas, que se muestra posteriormente:

$$Q_c = 1.3C N_c + q N_q + 0.4 Y B N_Y$$

Dónde:

Y= Peso unitario de los suelos.

Nc, Nq, NY= factores de capacidad de carga adimensionales.

C= cohesión de los suelos finos.

q_c = capacidad de carga de la cimentación superficial.

q_{adm} = capacidad de carga admisible,

$q_{adm} = q_c / F.S.$, con un factor de seguridad = 3.

La capacidad de carga se calculó considerando el ancho de cimentación igual a un (1.0) metro.

La capacidad de carga determinada de la formula anterior se muestra en la tabla N° 5.

	SONDEO 1	SONDEO 2
Q_c (ton/m^2)	616.12	458.35
Q_{adm} (ton/m^2)	205.37	152.78
Q_{adm} (Kg/cm^2)	20.54	15.28

Tabla 22. Determinación de la capacidad de carga de la cimentación

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DE SUELOS ARENOSOS

El asentamiento de suelos granulares se evalúa usando un factor de influencia propuesto por Schmertmann.

$$S_e = C_1 C_2 (q_o - q) \sum_0^{z^2} \frac{I_z}{E_s} \Delta z$$

Donde:

I_z = factor de influencia de la deformacion unitaria.

C_1 = factor de correccion para la profundidad del empotramiento de la cimentacion

$$= 1 - 0.5 [(q / q_o - q)]$$

C_2 = factor de correccion para tomar en cuenta el flujo plastico en el suelo =

$1 + 0.2 \text{Log} (\text{ tiempo en años} / 0.1)$ para suelos granulares exclusivamente.

q_o = esfuerzo al nivel de la cimentación.

$$q = Y D f$$

E_s = módulo de elasticidad

$$E_s = 766 (N_{cor})^2$$

ASENTAMIENTO PARA SONDEO N°1

$$q_o = 616.12 \text{ ton}/m^2$$

$$q = 4.59 \text{ ton}/m^2$$

$$C_1 = 1 - 0.5 [(4.59 / 616.12 - 4.59)]$$

$$C_1 = 0.996$$

Para $t = 5$ años (hasta este tiempo ocurren asentamientos)

$$C_2 = 1 + 0.2 \text{Log}(5/0.1)$$

$$C_2 = 1.34$$

ASENTAMIENTO PARA SONDEO N°2

$$q_o = 458.35 \text{ ton}/m^2$$

$$q = 4.68 \text{ ton}/m^2$$

$$C1 = 1 - 0.5[(4.68 / 458.35 - 4.68)]$$

$$C1 = 0.995$$

Para t = 5 años (hasta este tiempo ocurren asentamientos)

$$C2 = 1 + 0.2 \log(5/0.1)$$

$$C2 = 1.34$$

En la tabla N° 10 se muestra el cálculo de $\sum_0^{z_2} \frac{I_z}{E_s} \Delta z$

	SONDEO 1	SONDEO 2
N corregido	53	46
qc (ton/m²)	616.12	458.35
Presión efectiva de sobrecarga (ton/m²)	4.59	4.68
C1	0.996	0.995
C2	1.34	1.34
E (ton/m²)	4161	3577
Espesor del estrato por debajo de la cimentación	0.1	0.1
$\sum_0^{z_2} \frac{I_z}{E_s} \Delta z$	0.000001	0.000001
ASENTAMIENTO (mm)	0.49	0.42

Tabla 23. Determinación del factor

El asentamiento inmediato es entonces calculado como:

$$S_e = 0.995 * 1.34 * (458.35 - 4.68) * 0.000001 * 1000$$

$$S_e = 0.42 \text{ mm}$$

La capacidad de carga máxima admisible de diseño de la cimentación superficial debe ser la que corresponde a 152.78 ton/m^2 .

Cabe destacar que estos asentamientos están dentro de lo permitido como asentamientos máximos para cimientos aislados, debido a que el máximo es de 30mm.⁽³⁾

CÁLCULO DE MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO (K) Ó COEFICIENTE DE BALASTO

Correlación con el ensayo SPT para determinar el coeficiente de balasto k_v1 teniendo en cuenta que el suelo donde se calculó la capacidad portante corresponde a unas arenas secas o húmedas:

$$k_v1 = (N_{cor} * 0.04)^{4.3} + N_{cor} * 0.25$$
$$k_v1 = (46 * 0.04)^{4.3} + 46 * 0.25 = 25.26$$

El módulo k de reacción del suelo equivalente:

$$K = 0.25 * 10.27 = 6.23 \text{ kg/cm}^3$$

IDENTIFICACIÓN DE LOS SUELOS EXPANSIVOS

Luego para determinar la capacidad portante es indispensable determinar la consistencia de los suelos de granos finos con contenidos de agua variable, para lo cuales es necesario determinar el grado de expansión, tomando como referencia los ensayos de laboratorio realizados (LL, IP, Contenido de las partículas coloidales y bajos valores del límite de contracción) y evaluarlos de acuerdo a la tabla N° 7, que se encuentra consignada en la norma Colombiana de Diseño y Construcción

Sismo Resistente, tomo 2 , Capitulo H-6. SUELOS CON CARACTERISTICAS ESPECIALES, PAG H – 37, año 2010.

POTENCIAL DE EXPANSION	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD
Muy alto	>63	>32
Alto	50 - 63	23 – 45
Medio	39 - 50	12 – 34
Bajo	< 39	< 20

Tabla 24. Potencial de expansión de los suelos.

De la tabla anterior podemos concluir que los suelos tomados de la exploración presentan un porcentaje de expansión bajo, debido que los suelos explorados no presentan plasticidad.

17. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA

El objetivo fundamental del estudio hidráulico de este proyecto es el de verificar la capacidad hidráulica de la estructuras nueva (puente) pre-dimensionamiento.

Para el diseño de la estructura requerida en el sistema de drenaje de la vía la Yee, se tienen en cuenta los caudales con periodos de retorno de 50 a 100 años

El cálculo de las capacidades o de las dimensiones de las obras de drenaje, específicamente para el caso del puentes se han determinado teniendo en cuenta la pendiente media del cauce en la zona de cruce con la vía, la sección del cauce y la composición del lecho.

CRITERIOS DE DISEÑO

En la siguiente tabla se muestran los períodos de retorno para varios tipos de obras de drenaje vial.

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación ²	10
Estructuras de caída ²	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor de 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje sub-superficial	2

Tabla 25. Periodos de retorno para obras de drenaje vial. Fuente: Manual de Drenaje INVIAS, 2010

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Resulta importante anotar que en cada caso, por tratarse de eventos extremos de diseño o revisión, se estimó la capacidad máxima de la estructura, por tanto se consideró para el puente una relación mx de sumergencia $H_r/H = 1.15$ siendo H_r el valor de sumergencia, valor siempre inferior al espesor de la placa cuando, en el caso más desfavorable, no hay rellenos.

Esta metodología es la propuesta en el XV Congreso Panamericano de Carreteras (OEA) realizado en México en 1986.¹³

Sección rectangular (pontones y cajones).

$$Q = kmHL\sqrt{2g(H_r - m)}^3$$

$$m = 0.59(H_r/H)^{0.444(1.18 \log(H_r/H))}$$

Donde:

H_r : altura de remanso (m), se adoptó H_r máx. = 1.15H

H : altura del conducto (m)

L : ancho del conducto (m)

K: coeficiente de perdida por embocadura, para una sección rectangular de concreto con embocadura de muros de ala y una eficiencia hidráulica de 1.0, K = 0.90.

Aplicando los criterios hidráulicos mencionados se presenta la tabla de chequeo para pre-dimensionamiento del puente que se necesita en la vía la Yee.

OBRA N°	ABSCISA	Area (Km ²)	Q diseño	TIPO DE OBRA	ANCHO	ALTURA	CAUDAL MAX (m ³ /seg)					
			(m ³ /s)		(m)	(m)	H _r	Area de sección (m ²)	m	k	Q (m ³ /s)	CHEQUEO
Puente	K###+###	73	134,200	Puente	15	3	3,45	45	0,62	0,9	187,11	OK

Tabla 26.1 Tabla de chequeo para el pre-dimensionamiento del puente.

¹³Cornero, Guillermo A. Cálculo de alcantarillas, ponencia presentada por la Delegación Argentina al XV Congreso Panamericano de Carreteras OEA, México, 1986

18. LOGROS ALCANZADOS

OBJETIVOS	% DE CUMPLIMIENTO
RECONOCIMIENTO DEL AREA	
Compilación de información documental	100%
Inspección en campo	100%
EJECUCION DE ENSAYO SPT	
Ubicación de sondeos	100%
Realización de ensayo de penetración estándar	100%
Conseguir valores de penetración	100%
Obtención de muestras alteradas	100%
ENSAYOS DE LABORATORIO	
Análisis granulométrico	100%
Humedad natural	100%
Índice de plasticidad	100%
Clasificación de suelos	100%
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	
Análisis de propiedades geotécnicas de los suelos	100%
Parámetros del diseño	100%
Calculo de asentamiento de suelos arenosos	100%
Identificación de los suelos expansivos	100%
RECOMENDACIONES	
INFORME FINAL	

Tabla 27. Logros alcanzados

19.IMPACTOS PERCIBIDOS POR EL ESTUDIANTE

Esta propuesta de investigación me brindó la oportunidad de vivir un proceso de trabajo que incluyo varias actividades, de las cuales me permitieron el éxito a cumplir con los objetivos propuestos, poniendo en función los conocimientos otorgados en la academia Fundación Universitaria del Área Andina. Me siento orgullosa de mis capacidades como persona íntegra, como profesional; ya que asumí responsabilidades, compromisos que me permitieron conseguir el éxito de haber elaborado bien la propuesta, el éxito de conseguir la aprobación por el tutor y por comité de investigación de la universidad y el aval y respaldo de la empresa donde fue ejecutada.

El mundo de la construcción de infraestructuras y gestión de servicios, está constantemente en movimiento y progreso, por ser algo fundamental para el desarrollo humano. Mi seriedad y compromiso me brindo la confianza para tener un buen desempeño en mis labores, para mí fue un honor ser parte de muchos proyectos civiles ofreciendo mis servicios de alta calidad en el laboratorio, realizando comprobaciones técnicas necesarias para conocer y llevar un seguimiento de la calidad de los proyectos y la calidad de los materiales, contando con el apoyo de un grupo humano idóneo.

19.1 LIMITACIONES

El presente informe se basó en las condiciones de campo de las muestras obtenidas a distintas profundidades, mediante la ejecución de los sondeos practicados en diferentes sitios del área; podrán presentarse condiciones del subsuelo no encontradas en la investigación, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo y laboratorio fueron los adecuados para definir las condiciones del subsuelo en los sitios del proyecto. Si durante la construcción se encuentran diferencias en las condiciones del subsuelo establecidas como típicas en este informe, se deberán comunicar oportunamente para realizar los ajustes necesarios.

20.CONCLUSIONES

Se llega a la conclusión que el ensayo de penetración estándar es una herramienta útil y practica para determinar la capacidad de soporte del suelo. La capacidad de soporte es utilizada en el dimensionamiento de los cimientos de una estructura. Además de obtener la capacidad de soporte, el ensayo permite obtener muestras de suelos para la realización de otros ensayos que permiten cuantificar la propiedad índice y de resistencia de un suelo. Las causas de error que son considerablemente más importantes que aquellos inherentes en el ensayo mismo son los que ocurren debido a un manejo inapropiado de las herramientas y el equipo al realizar el sondeo.

Teniendo en cuenta las características geomecánicas del subsuelo obtenidas del programa de ensayos de campo y laboratorio, se determinaron los parámetros de resistencias al corte a lo largo de la profundidad explorada, asumiendo los criterios que en la literatura geotécnica para ello se establece.

En el análisis para la obtención de la capacidad portante ultima, se caracterizó los distintos tipos de suelos encontrados a partir de sus principales parámetros geotécnicos, como son el ángulo de fricción interna y su características de cohesión para la matriz arcillosa, los cuales se obtuvieron por correlaciones indirectas basadas en los resultados del ensayo SPT.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

De acuerdo con los resultados del Análisis Granulométrico realizado a cada una de las muestras del material que compone la zona de exploración se puede decir que los suelos están conformados por GM, GP ,SM y SP de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación U.S.C. y Material Granular A-1a, A-1b de acuerdo al Sistema AASHTO.

En la Tabla N° 28 se mencionan algunas características de los tipos de suelos hallados en la exploración y posterior análisis en el laboratorio.

CARACTERISTICA	DESCRIPCION DEL MATERIAL
GM	Gravas limosas. Mezcla mal graduadas de grava, arena y limo.
GP	Gravas mal graduadas, mezcla de arena y grava con pocos finos o sin ellos.
SM	Arenas limosas, mezcla de arena y limo mal graduados.
SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin ellos.

Tabla 28. Características de los suelos, según análisis en el laboratorio.

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados se tiene:

SONDEO	MUESTRA	INDICE DE PLASTICIDAD	Nº4	Nº200
	1	NP	52,8	10
	2	NP	55,7	18,1
1	3	NP	46,4	8,3
	4	NP	56,7	8,5
	5	NP	71,3	0,8
	6	NP	48,5	3,1
	1	NP	35,4	11,9
	2	NP	34,9	10,6
2	3	NP	33,5	9,7
	4	NP	46,8	6,8
	5	NP	47,8	3
	6	NP	49,3	3,4

Tabla 29. Resumen resultado de análisis granulométricos de muestras.

El Nivel Freático no se encontró a profundidad de la exploración, cabe aclarar que este nivel puede variar según la temporada del año.

El asentamiento estimado para el máximo esfuerzo admisible por el suelo es de 0.49 mm.

Los suelos presentes en la zona de estudio presentan buena compactación, compresibilidad mediana a ligera.

Al momento de realizar los cálculos, se observa una capacidad de soporte alta a partir de una profundidad de 0.70m, pues a esta profundidad el número de golpes de penetración en el suelo con el equipo de penetración estándar (SPT) supera los 50 golpes por cada 30 centímetros. Sin embargo, se recomienda una profundidad de desplante de 2.75m debido que a esta profundidad se eliminan todas las posibilidades de socavación causada por el flujo de aguas superficiales.



Figura 31. Característica geotécnica del terreno estudiado.

El ancho del puente recomendado es de 15 metros de anchura y 3 metros de altura, con esta altura se tiene capacidad para superar el caudal máximo esperado para un periodo de retorno de 50 años.

Se concluye:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
✓ Se obtiene suelo y un número	✓ Muestra alterada (solo para caracterización)
✓ Sencillo y de bajo costo	✓ Número muy crudo para el análisis.
✓ Funciona en muchos tipos de suelo	✓ No aplicable en arcillas blandas y limos.
✓ Se puede utilizar en rocas blandas	✓ Variabilidad e incertidumbre
✓ Disponible en todo el mundo	

Tabla 30. Ventajas y desventajas SPT

21. RECOMENDACIONES

La capacidad portante máxima admisible calculada fue de 152.78 ton/m^2 (15.28 kg/cm^2).

La cimentación recomendada es zapata aislada superficial, y las dimensiones de la cimentación será el resultado del cálculo de cargas que lleguen al subsuelo y su capacidad admisible, se recomienda no diseñar zapatas con lados inferiores a un 1.00 m, por razones constructivas y de estabilidad, además los cálculos consignados en el presente informe fueron realizados suponiendo una zapata con lados iguales a 1.00 m.

La profundidad de desplante recomendada para las cimentaciones del puente es de 2.75m, porque este estrato presenta una capacidad de soporte bastante alta.

Una vez definida en obra el nivel de cimentación se deberá compactar el fondo de la excavación.

Inmediatamente se alcance el nivel de fundación, se deberá proteger con una capa de concreto pobre de 50mm de espesor con el fin de evitar su remoldeo y dar uniformidad al mismo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

BLOG DEL INGENIERO CIVIL. Ensayo presiométrico en el terreno [en línea]. Bogotá [Citado: 20, agosto, 2014]. Disponible en Internet: URL:<http://notasingenierocivil.blogspot.com/2011/05/ensayo-presiometrico-en-el-terreno.html>.

BRAJAS M, Das. Principios de ingeniería de cimentaciones, año 2001.

BRAJAS M, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Año 2001.

Capitulo H-6. Suelos con características especiales, PAG H-37, año 2010.

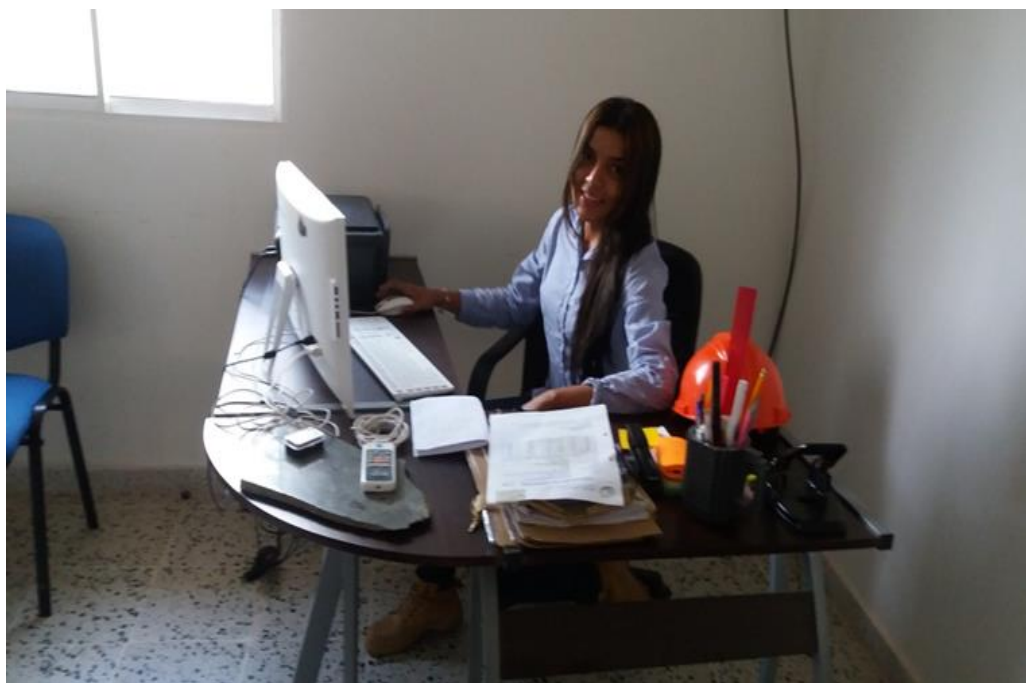
DONAL TAYLOR. Principios fundamentales de la mecánica de suelos.

GEOLOGIA DE LA PLANCHA 48, Memoria explicativa La Jagua de Ibirico, Cesar, Año 2003

Norma I.N.V. E – 111 – 07. Ensayo de penetración normal (spt) y muestreo de suelos con tubo partido.

ANEXOS

Anexo A. Oficina Supervisión



Anexo B. Análisis petrográfico en área de estudio.



Anexo C. Extracción de núcleos de concreto



Anexo D. Análisis peso unitario -método cono de arena.



Anexo E. Esclerometría.



Anexo F. Extracción de muestra de suelo – base granular.



Anexo G. Recolección de muestra en pilas, planta de trituración de agregados pétreos.



Anexo H. Inspección en campo




Anexo I. Ejecución ensayo de penetración estándar.



Anexo J. Ensayos en el laboratorio de suelos.



Anexo K. Informe de ensayo de penetración normal

 JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y CONCRETOS PAG 1 DE 1	INFORME DE ENSAYO DE PENETRACION NORMAL NORMAS DE ENSAYO I.N.V. E-111 EQUIVALENTES : ASTM D 1586, AASHTO T206	VERSION 02
--	--	------------

CONSECUTIVO No _____


NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO - CESAR	
OBRA: CONSTRUCCION DE PAVIMENTO EN VIA TERCIARIA	LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO - CESAR
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016	


Profundidad (m)	No GOLPES/PIE
0,55 - 1,0	8 - 32 - 41
1,0 - 1,45	36 - 44 - 45
1,45 - 1,90	45 - 47 - 49
1,90 - 2,35	49 - 52 - 54
2,35 - 2,80	48 - 54 - 54
2,80 - 3,25	39 - 55 - 56
3,25 - 3,70	46 - 55 - 58
3,70 - 4,15	51 - 58 - 59
4,15 - 4,60	58 - 58 - 59
4,60 - 5,05	58 - 59 - 59
5,05 - 5,50	59 - 59 - 59
5,50 - 5,95	60 - 59 - 59

Profundidad (m)	No GOLPES/PIE
0,80 - 1,25	31 - 31 - 38
1,25 - 1,70	38 - 40 - 41
1,70 - 2,15	41 - 44 - 44
2,15 - 2,60	44 - 44 - 46
2,60 - 3,05	46 - 46 - 48
3,05 - 3,50	48 - 48 - 49
3,50 - 3,95	49 - 49 - 49
3,95 - 4,40	50 - 50 - 56
4,40 - 4,85	50 - 51 - 51
4,85 - 5,30	51 - 53 - 53
5,30 - 5,75	53 - 53 - 54
5,75 - 6,20	56 - 58 - 58

OBSERVACIONES:


1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico y sello del Laboratorios ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.


 JOSE PALENCIA MORALES
 FIRMA GERENTE


 RUFINO PABON LARA
 LABORATORISTA

FIN DEL INFORME

Anexo L. Informe de Estudio Geotécnico.


LABORATORIO DE SUELOS , ASFALTO Y CONCRETO	INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO	
	NORMAS DE ENSAYO INVE-111 EQUIVALENTES : ASTM D1586, ASSHTO T206	

PAG 1 DE 1

NOMBRE DEL CLIENTE :	ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR	SONDEO:	1
PROYECTO:	PUENTE SAN ANTONIO	LOCALIZACION:	MUNICIPIO LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR
FECHA DE ENSAYO:	18/04/2016		

	NIVEL FREATICO	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	UNIDAD	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL SUELO	ENSAYOS				NUMERO DE GOLPES/15 cm		
						MOESTRA	PROFUNDIDAD (m)	SPT	PROFUNDIDAD (m)			
0										15	30	45
		0,55		GM	Suelo constituido por gravas limosas no plasticas, color habano. Humedad natural 1,2%	1			0,55	8	32	41
1		1,30		GMd	Suelo constituido por gravas limosas no plasticas, color grisaceo. Humedad natural 3,2%	2			1,00	36	44	45
									1,45			
2		2,10		GM	Suelo constituido por gravas limosas no plasticas, color habano grisaceo. Humedad natural 3,8 %	3			1,90	45	47	49
									2,35	49	52	54
3		3,15		SM	Suelo constituido por arenas limosas no plastica, color camelita. Humedad natural 4,2%	4			2,80	48	54	54
									3,25	39	55	56
4		4,65		SP	Suelo constituido principalmente por arenas mal gradadas, color grisaceo. Humedad natural 4,8%	5			3,70	46	55	58
									4,15	51	58	59
5									4,60	58	58	59
									5,05	58	59	59
6		6,00		GP	Suelo constituido principalmente por arenas mal gradadas, color camelita. Humedad natural 6,2%	6			5,50	59	59	59
									5,95	59	59	59
					FIN DEL SONDEO							


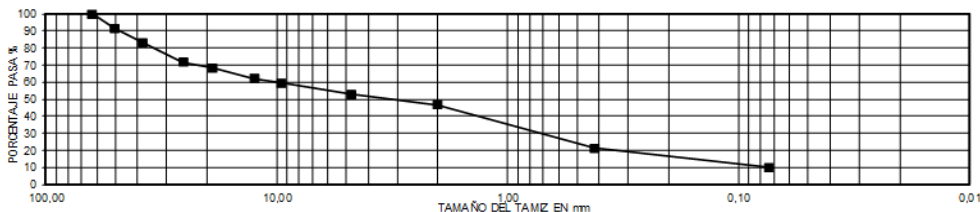

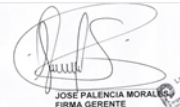
1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.


RUFINO PABON
 LABORATORISTA


JOSE PALENCIA MORALES
 FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME

Anexo M. Informe de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg.

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO PAG 1 DE 1</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p style="text-align: center;">NORMAS DE ENSAYO INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126 EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T90</p>																																																																																												
CONSECUTIVO No																																																																																													
NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR OBRAY LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR RE SPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS. LOCALIZACIÓN: COLOR: HABANO Apique No 1 Profundidad (m) Muestra No 1 0,00 m - 0,55 m																																																																																												
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016																																																																																													
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">P₁=</td> <td style="text-align: center;">1230,4 g</td> <td style="text-align: center;">P₂=</td> <td style="text-align: center;">1107,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TAMIZ</td> <td style="text-align: center;">PESO RET. (g)</td> <td style="text-align: center;">PORCENT RET. (%)</td> <td style="text-align: center;">PORCENT PASA (%)</td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">100,0</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td style="text-align: center;">105,2</td> <td style="text-align: center;">8,6</td> <td style="text-align: center;">91,4</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td style="text-align: center;">100,1</td> <td style="text-align: center;">8,1</td> <td style="text-align: center;">91,9</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td style="text-align: center;">144,2</td> <td style="text-align: center;">11,7</td> <td style="text-align: center;">88,3</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td style="text-align: center;">40,2</td> <td style="text-align: center;">3,3</td> <td style="text-align: center;">96,7</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td style="text-align: center;">76,1</td> <td style="text-align: center;">6,2</td> <td style="text-align: center;">93,8</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td style="text-align: center;">35,2</td> <td style="text-align: center;">2,9</td> <td style="text-align: center;">97,1</td> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td style="text-align: center;">80,1</td> <td style="text-align: center;">6,5</td> <td style="text-align: center;">93,5</td> </tr> <tr> <td>No. 10</td> <td style="text-align: center;">76,2</td> <td style="text-align: center;">6,2</td> <td style="text-align: center;">93,8</td> </tr> <tr> <td>No. 40</td> <td style="text-align: center;">309,8</td> <td style="text-align: center;">25,2</td> <td style="text-align: center;">74,8</td> </tr> <tr> <td>No. 200</td> <td style="text-align: center;">140,1</td> <td style="text-align: center;">11,4</td> <td style="text-align: center;">88,6</td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td style="text-align: center;">123,2</td> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td style="text-align: center;">90,0</td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td style="text-align: center;">1230,4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">Bien</td> <td></td> </tr> </table>	P ₁ =	1230,4 g	P ₂ =	1107,2	TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	2 1/2"		0,0	100,0	2"	105,2	8,6	91,4	1 1/2"	100,1	8,1	91,9	1"	144,2	11,7	88,3	3/4"	40,2	3,3	96,7	1/2"	76,1	6,2	93,8	3/8"	35,2	2,9	97,1	No. 4	80,1	6,5	93,5	No. 10	76,2	6,2	93,8	No. 40	309,8	25,2	74,8	No. 200	140,1	11,4	88,6	FONDO	123,2	10,0	90,0	SUMATORIA	1230,4			ERROR	0,0	Bien		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">LÍMITE LÍQUIDO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RECIPiente No.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No. DE GOLPES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DEL RECIPiente (g)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	LÍMITE LÍQUIDO				RECIPiente No.				No. DE GOLPES				PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)				PESO DEL RECIPiente (g)				CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-
P ₁ =	1230,4 g	P ₂ =	1107,2																																																																																										
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)																																																																																										
2 1/2"		0,0	100,0																																																																																										
2"	105,2	8,6	91,4																																																																																										
1 1/2"	100,1	8,1	91,9																																																																																										
1"	144,2	11,7	88,3																																																																																										
3/4"	40,2	3,3	96,7																																																																																										
1/2"	76,1	6,2	93,8																																																																																										
3/8"	35,2	2,9	97,1																																																																																										
No. 4	80,1	6,5	93,5																																																																																										
No. 10	76,2	6,2	93,8																																																																																										
No. 40	309,8	25,2	74,8																																																																																										
No. 200	140,1	11,4	88,6																																																																																										
FONDO	123,2	10,0	90,0																																																																																										
SUMATORIA	1230,4																																																																																												
ERROR	0,0	Bien																																																																																											
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																													
RECIPiente No.																																																																																													
No. DE GOLPES																																																																																													
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP																																																																																										
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)																																																																																													
PESO DEL RECIPiente (g)																																																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-																																																																																										
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">RECIPiente No.</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO DEL RECIPiente (g)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td></td> </tr> </table>	RECIPiente No.		PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)		PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	PESO DEL RECIPiente (g)		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">LÍMITE LÍQUIDO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD %</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">0,9</td> <td style="text-align: center;">0,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NÚMERO DE GOLPES</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td></td> </tr> </table>	LÍMITE LÍQUIDO				CONTENIDO DE HUMEDAD %	1,0	0,9	0,8	NÚMERO DE GOLPES	10	100																																																																							
RECIPiente No.																																																																																													
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)																																																																																													
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP																																																																																												
PESO DEL RECIPiente (g)																																																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)																																																																																													
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																													
CONTENIDO DE HUMEDAD %	1,0	0,9	0,8																																																																																										
NÚMERO DE GOLPES	10	100																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">GRAVA (%)</td> <td style="text-align: center;">ARENA (%)</td> <td style="text-align: center;">PASA/200 (%)</td> <td style="text-align: center;">HUM NAT (%)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">47,2</td> <td style="text-align: center;">42,8</td> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> </table>		GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)	47,2	42,8	10,0	1,20																																																																																				
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)																																																																																										
47,2	42,8	10,0	1,20																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO (%)</td> <td style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO (%)</td> <td style="text-align: center;">IND. PLÁSTICIDAD (%)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> </table>		LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	IND. PLÁSTICIDAD (%)	NP	NP	NP																																																																																						
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	IND. PLÁSTICIDAD (%)																																																																																											
NP	NP	NP																																																																																											
OBSERVACIONES:																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Suelos</th> <th>Aplicación</th> <th>Tamaño máximo</th> <th>Pasa No 200</th> <th>Límite Líquido</th> <th>Índice Plástico</th> </tr> <tr> <td>Seleccionados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>3"</td> <td>< 25%</td> <td>< 30</td> <td>< 10</td> </tr> <tr> <td>Adecuados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>4"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>< 15</td> </tr> <tr> <td>Tolerables</td> <td>Núcleo o Cimiento</td> <td>6"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>-</td> </tr> </table>		Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico	Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10	Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15	Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-																																																																				
Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico																																																																																								
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10																																																																																								
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15																																																																																								
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-																																																																																								
<div style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN</div> 																																																																																													
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso o inadecuado de los Resultados.</p>																																																																																													
<div style="text-align: center;">  RUFINO PABON LARA LABORATORISTA </div>	<div style="text-align: center;">  JOSE PALENCIA MORALES FIRMA GERENTE </div>																																																																																												
RN DEL INFORME																																																																																													



JP INGENIERIA CIVIL S.A.S
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y
LÍMITES DE ATTERBERG
NORMAS DE ENSAYO
INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126
EQUIVALENTES: ASTM D2216, ASTM D422, AASHTO T88, AASHTO T89,
AASHTO T90

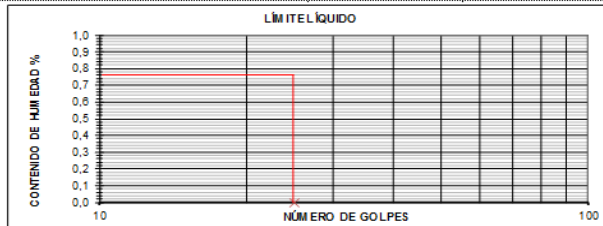
PAG 1 DE 1

NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO - CESAR		CONSECUTIVO No	
OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCARIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS.	
RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S		LOCALIZACIÓN: COLOR: GRISACEO	Profundidad (m)
		Apique No 1	
		Muestra No 2	0,55 m - 1,30 m
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO			
	P ₁ = 1327,0 g		P ₂ = 1086,4	RECIPIENTE No.			
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	No. DE GOLPES			
2 1/2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
2"	115,3	8,7	91,3	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
1 1/2"	146,1	11,0	80,3	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
1"	73,1	5,5	74,8	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-
3/4"	44,2	3,3	71,5	LÍMITE PLÁSTICO			
1/2"	23,2	1,7	69,7	RECIPIENTE No.			
3/8"	51,2	3,9	65,9	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)			
No. 4	134,1	10,1	55,7	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP
No. 10	148,1	11,2	44,6	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
No. 40	236,0	17,8	26,8	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
No. 200	115,1	8,7	18,1				
FONDO	240,6	18,1					
SUMATORIA	1327,0						
ERROR	0,0	Bien					

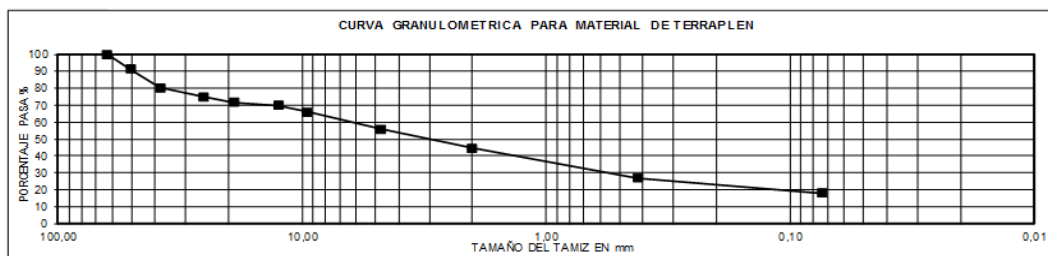
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
44,3	37,6	18,1	3,20

LÍMITE LÍQUIDO (%)		I. DE GRUPO	
LÍMITE PLÁSTICO (%)		A.A.S.H.T.O.	A-1b
IND. PLÁSTICIDAD (%)	NP	U.S.C.S.	GMd



OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-


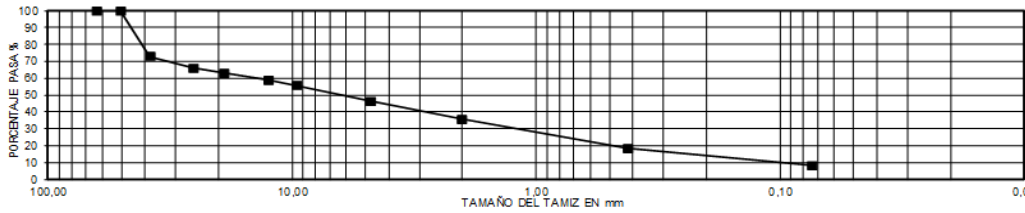




- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

RUFINO PABON LARA
LABORATORISTA

JOSE PALENCIA MORALES
FIRMA GERENTE

RN DEL INFORME

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO</p>	<p>INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p>NORMAS DE ENSAYO INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126 EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, AASHTO T88, AASHTO T90</p>	<p>VERSIÓN 02</p>																																																																																																																																
<p>PAG 1 DE 1</p>																																																																																																																																		
<p style="text-align: right;">CONSECUTIVO No</p>																																																																																																																																		
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO - CESAR</p> <p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCARIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR</p> <p>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016</p>	<p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS.</p> <p>LOCALIZACIÓN: HABANO GRISACEO</p> <p>Apique No 1 Profundidad (m)</p> <p>Muestra No 3 1,30 m - 2,10 m</p>																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</th> </tr> <tr> <td style="width: 15%;">TAMIZ</td> <td style="width: 15%;">PESO RET. (g)</td> <td style="width: 15%;">PORCENT RET. (%)</td> <td style="width: 15%;">PORCENT PASA (%)</td> <td style="width: 15%;">RECIPiente No.</td> <td style="width: 15%;">No. DE GOLPES</td> <td style="width: 15%;">PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</td> <td style="width: 15%;">PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td></td> <td>0,0</td> <td>100,0</td> <td></td> <td></td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td></td> <td>0,0</td> <td>100,0</td> <td></td> <td></td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>348,0</td> <td>27,2</td> <td>72,8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>85,9</td> <td>6,7</td> <td>66,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>38,1</td> <td>3,0</td> <td>63,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>56,1</td> <td>4,4</td> <td>58,7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>40,2</td> <td>3,1</td> <td>55,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 4</td> <td>117,1</td> <td>9,2</td> <td>46,4</td> <td></td> <td></td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>No. 10</td> <td>136,8</td> <td>10,7</td> <td>35,7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 40</td> <td>220,1</td> <td>17,2</td> <td>18,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. 200</td> <td>130,1</td> <td>10,2</td> <td>8,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FONDO</td> <td>105,5</td> <td>8,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUMATORIA</td> <td>1277,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ERROR</td> <td>0,0</td> <td>Bien</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO				TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	RECIPiente No.	No. DE GOLPES	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	2 1/2"		0,0	100,0			NP	NP	2"		0,0	100,0			NP	NP	1 1/2"	348,0	27,2	72,8					1"	85,9	6,7	66,0					3/4"	38,1	3,0	63,1					1/2"	56,1	4,4	58,7					3/8"	40,2	3,1	55,5					No. 4	117,1	9,2	46,4			NP	NP	No. 10	136,8	10,7	35,7					No. 40	220,1	17,2	18,4					No. 200	130,1	10,2	8,3					FONDO	105,5	8,3						SUMATORIA	1277,9							ERROR	0,0	Bien					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																														
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	RECIPiente No.	No. DE GOLPES	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)																																																																																																																											
2 1/2"		0,0	100,0			NP	NP																																																																																																																											
2"		0,0	100,0			NP	NP																																																																																																																											
1 1/2"	348,0	27,2	72,8																																																																																																																															
1"	85,9	6,7	66,0																																																																																																																															
3/4"	38,1	3,0	63,1																																																																																																																															
1/2"	56,1	4,4	58,7																																																																																																																															
3/8"	40,2	3,1	55,5																																																																																																																															
No. 4	117,1	9,2	46,4			NP	NP																																																																																																																											
No. 10	136,8	10,7	35,7																																																																																																																															
No. 40	220,1	17,2	18,4																																																																																																																															
No. 200	130,1	10,2	8,3																																																																																																																															
FONDO	105,5	8,3																																																																																																																																
SUMATORIA	1277,9																																																																																																																																	
ERROR	0,0	Bien																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">GRAVA (%)</th> <th style="width: 25%;">ARENA (%)</th> <th style="width: 25%;">PASA/200 (%)</th> <th style="width: 25%;">HUM NAT (%)</th> </tr> <tr> <td>53,6</td> <td>38,1</td> <td>8,3</td> <td>3,80</td> </tr> </table>			GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)	53,6	38,1	8,3	3,80																																																																																																																								
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)																																																																																																																															
53,6	38,1	8,3	3,80																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">LÍMITE LÍQUIDO (%)</th> <th style="width: 25%;">LÍMITE PLÁSTICO (%)</th> <th style="width: 25%;">IND. PLÁSTICIDAD (%)</th> <th style="width: 25%;">I. DE GRUPO</th> </tr> <tr> <td></td> <td>NP</td> <td></td> <td>A-1a</td> </tr> </table>			LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	IND. PLÁSTICIDAD (%)	I. DE GRUPO		NP		A-1a																																																																																																																								
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	IND. PLÁSTICIDAD (%)	I. DE GRUPO																																																																																																																															
	NP		A-1a																																																																																																																															
<p>OBSERVACIONES:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">Suelos</th> <th style="width: 25%;">Aplicación</th> <th style="width: 15%;">Tamaño máximo</th> <th style="width: 15%;">Pasa No 200</th> <th style="width: 15%;">Límite Líquido</th> <th style="width: 15%;">Índice Plástico</th> </tr> <tr> <td>Seleccionados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>3"</td> <td>< 25%</td> <td>< 30</td> <td>< 10</td> </tr> <tr> <td>Adecuados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>4"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>< 15</td> </tr> <tr> <td>Tolerables</td> <td>Núcleo o Cimiento</td> <td>6"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>-</td> </tr> </table>			Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico	Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10	Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15	Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-																																																																																																								
Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico																																																																																																																													
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10																																																																																																																													
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15																																																																																																																													
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-																																																																																																																													
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN</p> 																																																																																																																																		
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p>																																																																																																																																		
 RUFINO PABON LARA LABORATORISTA		 JOSE PALENCIA MORALES FIRMA GERENTE																																																																																																																																
<p>RN DEL INFORME</p>																																																																																																																																		

JP INGENIERIA CIVIL S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y
LÍMITES DE ATTERBERG

NORMAS DE ENSAYO

NORMAS DE ENSAYO

INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126

EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89,
ASSHTO T90

VERSIÓN 02

PAG 1 DE 1

CONSECUTIVO No

NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	ARENA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS
----------------------------	---

OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA
TERCIARIA, MUNICIPIO DE LAJAGUA DE IBIRICO,
CESAR

LOCALIZACIÓN:

COLOR: CARMELITA

Apique No

1

Profundidad (m)

RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S

Muestra No

4

2,10 m - 3,15 m

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

P ₁ = 1174,7 g		P ₂ = 1075,3 g	
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)
2 1/2"		0,0	100,0
2"		0,0	100,0
1 1/2 "	95,1	8,1	91,9
1"	161,9	13,8	78,1
3/4"	38,1	3,2	74,9
1/2"	56,9	4,8	70,0
3/8"	97,2	8,3	61,8
No. 4	59,1	5,0	56,7
No. 10	135,0	11,5	45,2
No. 40	300,0	25,5	19,7
No. 200	132,0	11,2	8,5
FONDO :	99,4	8,5	
SUMATORIA :	1174,7		
ERROR :	0,0	Bien	

GRAVA (%)	ARENA(%)	PASA/200(%)	HUM NAT(%)
43,3	48,3	8,5	4,20

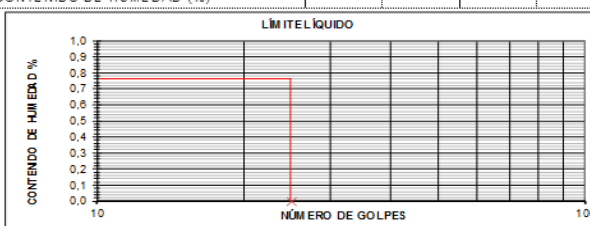
LÍMITE LÍQUIDO(%)		I. DE GRUPO	
LÍMITE PLÁSTICO(%)		A.A.S.H.T.O.	A-1a
IND. PLASTICIDAD(%)	NP	U.S.C.S.	SW.SM

LIMITE LIQUIDO

RECIPiente No.			
No. DE GOLPES			
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
PESO DEL RECIPIENTE (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

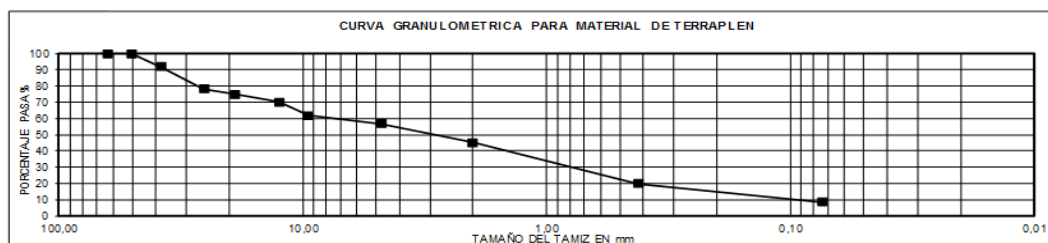
LÍMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE No.				
PESO RECIPI. + MAT. HUMEDO (g)				
PESO RECIPI. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP	NP
PESO DEL RECIPIENTE (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				



OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico, o laboratorista y sello del Laboratorio (DOCUMENTO CONTROLADO), no tienen Validez.
2. Los Resultados contenidos en esta Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
4. El Laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

12/01

RUFINO PABON LARA
LABORATORISTA


JOSE PALEARIA MORALES
FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME

JP INGENIERIA CIVIL S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS . ASFALTO Y CONCRETO

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG

NORMAS DE ENSAYO

NORMAS DE ENSAYO

NORMAS DE ENSAYO

INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126

EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89,
ASSHTO T90

VERSIÓN 02

PAG 1 DE 1

CONSECUTIVO No.

NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA CON POCO O NADA DE FINOS.
----------------------------	---

OBRA Y LOCALIZACIÓN:	PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIARIA, MUNICIPIO DE LAJAGUA DE IBIRICO, CESAR
----------------------	---

LOCALIZACIÓN:

COLOUR: GRISACEO

Apique No	1	Profundidad (m)
-----------	---	-----------------

Muestra No	5	3.15 m - 4.65 m
------------	---	-----------------

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

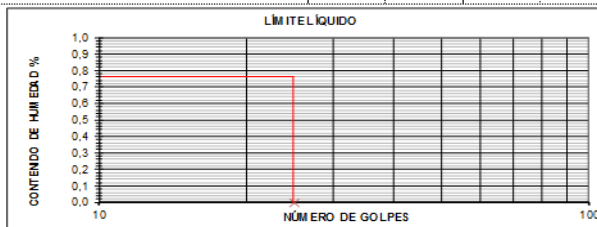
P ₁ =		1306,3 g	P ₂ =		1296,0
TAMIZ	PESO RET. (g)		PERCENTRET. (%)		PERCENT PASA (%)
2 1/2"			0,0		100,0
2"			0,0		100,0
1 1/2 "			0,0		100,0
1"	33,1		2,5		97,5
3/4"	62,2		4,8		92,7
1/2"	96,7		7,4		85,3
3/8"	51,1		3,9		81,4
No. 4	131,9		10,1		71,3
No. 10	277,2		21,2		50,1
No. 40	528,8		40,5		9,6
No. 200	115,0		8,8		0,8
FONDO :	10,3		0,8		
SUMATORIA :	1306,3				
ERROR :	0,0	Bien			

LIMITE LIQUIDO

RECIPIENTE No.			
No. DE GOLPES			
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
PESO DEL RECIPIENTE (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-

LÍMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE No.				
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)				
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP	NP
PESO DEL RECIPIENTE (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				

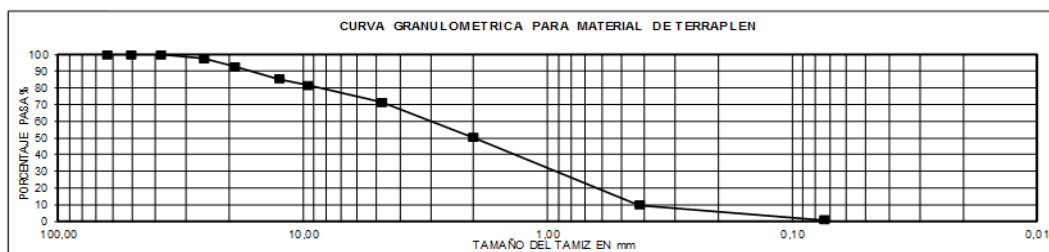


GRAVA (%)	ARENA(%)	PASA/200(%)	HUM NAT(%)
28.7	70.5	0.8	4.80

LÍMITE LÍQUIDO(%)		I. DE GRUPO	
LÍMITE PLÁSTICO(%)		A.A.S.H.T.O.	A-1a
IND. PLASTICIDAD(%)	NP	U.S.C.S.	SP

OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-




1. Los Resultados de Laboratorio en firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio (DOCUMENTO CONTROLADO), no tienen Validez.
2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.



RUFINO PABON LARA
LABORATORISTA

AN DELINFORME


JOSE PALENCIA MORALES
FIRMA GERENTE

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO</p>	<p>INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p>NORMAS DE ENSAYO DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126 EQUIVALENTES: ASTM D2216, ASTM D422, AASHTO T88, AASHTO T89, AASHTO T90</p>	<p>VERSIÓN 02</p>
<p>PAG 1 DE 1</p>		
<p>CONSECUTIVO No</p>		
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR</p>	<p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA MAL GRADADA CON POCO O NADA DE FINOS</p>	
<p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR</p>	<p>LOCALIZACIÓN: CARMELITA</p>	
<p>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S</p>	<p>APIQUE No 1</p>	<p>Profundidad (m)</p>
<p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016</p>		
<p>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</p>		
<p>TAMIZ</p>	<p>PESO RET. (g)</p>	<p>PORCENT RET. (%)</p>
<p>2 1/2"</p>	<p>1355,5 g</p>	<p>1313,9</p>
<p>2"</p>	<p>0,0</p>	<p>100,0</p>
<p>1 1/2"</p>	<p>62,1</p>	<p>4,6</p>
<p>1"</p>	<p>88,0</p>	<p>6,5</p>
<p>3/4"</p>	<p>102,1</p>	<p>7,5</p>
<p>1/2"</p>	<p>135,9</p>	<p>10,0</p>
<p>3/8"</p>	<p>188,0</p>	<p>13,9</p>
<p>No. 4</p>	<p>122,1</p>	<p>9,0</p>
<p>No. 10</p>	<p>134,2</p>	<p>9,9</p>
<p>No. 40</p>	<p>226,1</p>	<p>16,7</p>
<p>No. 200</p>	<p>255,4</p>	<p>18,8</p>
<p>FONDO</p>	<p>41,6</p>	<p>3,1</p>
<p>SUMATORIA</p>	<p>1355,5</p>	<p></p>
<p>ERROR</p>	<p>0,0</p>	<p>Bien</p>
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p>		
<p>RECIPiente No.</p>	<p>No. DE GOLPES</p>	<p>PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</p>
<p></p>	<p></p>	<p>NP</p>
<p></p>	<p></p>	<p>NP</p>
<p></p>	<p></p>	<p>NP</p>
<p></p>	<p></p>	<p>NP</p>
<p>LÍMITE PLÁSTICO</p>		
<p>RECIPiente No.</p>	<p>PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)</p>	<p>PESO RECIP. + MAT. SECO (g)</p>
<p></p>	<p>NP</p>	<p>NP</p>
<p></p>	<p>NP</p>	<p>NP</p>
<p></p>	<p>NP</p>	<p>NP</p>
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p>		
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</p>	<p>NÚMERO DE GOLPES</p>	<p></p>
<p>1,0</p>	<p>10</p>	<p>100</p>
<p>0,9</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,8</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,7</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,6</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,5</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,4</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,3</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,2</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,1</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0,0</p>	<p></p>	<p></p>
<p>GRAVA (%) ARENA (%) PASA/200 (%) HUM NAT (%)</p>		
<p>51,5</p>	<p>45,4</p>	<p>3,1</p>
<p>6,20</p>	<p></p>	<p></p>
<p>LÍMITE LÍQUIDO (%) LÍMITE PLÁSTICO (%) IND. PLÁSTICIDAD (%)</p>		
<p></p>	<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>
<p>OBSERVACIONES:</p>		
<p>Suelos</p>	<p>Aplicación</p>	<p>Tamaño máximo</p>
<p>Seleccionados</p>	<p>Corona, Núcleo o Cimiento</p>	<p>3"</p>
<p>Adecuados</p>	<p>Corona, Núcleo o Cimiento</p>	<p>4"</p>
<p>Tolerables</p>	<p>Núcleo o Cimiento</p>	<p>6"</p>
<p>CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN</p>		
<p>100</p>	<p>100,00</p>	<p>0,01</p>
<p>90</p>	<p>10,00</p>	<p>1,00</p>
<p>80</p>	<p></p>	<p></p>
<p>70</p>	<p></p>	<p></p>
<p>60</p>	<p></p>	<p></p>
<p>50</p>	<p></p>	<p></p>
<p>40</p>	<p></p>	<p></p>
<p>30</p>	<p></p>	<p></p>
<p>20</p>	<p></p>	<p></p>
<p>10</p>	<p></p>	<p></p>
<p>0</p>	<p></p>	<p></p>
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.</p>		
<p>2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p>		
<p>3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.</p>		
<p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p>		
<p>RURINO PABON LARA</p>	<p>LABORATORISTA</p>	<p>JOSE PALENCIA MORALES</p>
<p>RN DEL INFORME</p>		

Anexo N. Informe de estudio geotécnico.


LABORATORIO DE SUELOS , ASFALTO Y CONCRETO	INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO	
	NORMAS DE ENSAYO INVE-111 EQUIVALENTES : ASTM D1586, AASHTO T206	

PAG 1 DE 1

NOMBRE DEL CLIENTE :	ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR	SONDEO:	2
PROYECTO:	PUENTE SAN ANTONIO	LOCALIZACION:	MUNICIPIO LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR
FECHA DE ENSAYO;	18/04/2016		

	NIVEL FREATICO	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	UNIDAD	NATURALEZA Y DESCRIPCION DEL SUELO	ENSAYOS				NUMERO DE GOLPES/15 cm		
						MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	SPT	PROFUNDIDAD (m)			
0										15	30	45
		0,65		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color habano.	1			0,80			
1		1,25		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color habano grisaceo. Humedad natural 4,0%	2			1,25	31	31	38
		2,00		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color grisaceo. Humedad natural 2,3 %	3			1,70	38	40	41
2									2,15	41	44	44
		3,25		GM	Suelo constituido por gravas limosas , color grisaceo. Humedad natural 3,1%	4			2,60	44	44	46
3									3,05	46	46	48
		4,50		GP	Suelo constituido principalmente por gravas mal gradadas, color carmelita. Humedad natural 3,6%	5			3,50	48	48	49
4									3,95	49	49	49
									4,40	50	50	56
5									4,85	50	51	51
		6,3		GP	Suelo constituido principalmente por gravas mal gradadas, color carmelita. Humedad natural 4,0%	6			5,30	51	53	53
6									5,75	53	53	54
									6,30	56	56	58
					FIN DEL SONDEO							


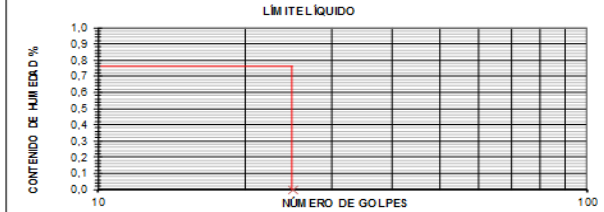
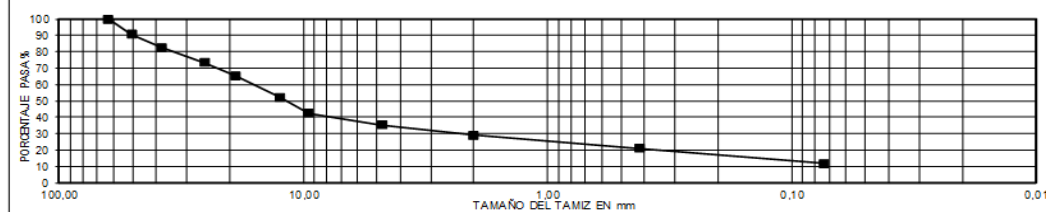
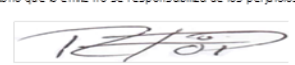
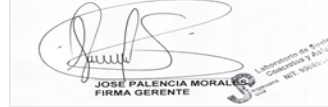
1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.



RUFINO PABON
 LABORATORISTA


JOSE PALENCIA MORALES
 FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME

Anexo O. Informe de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg.

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO</p>	<p>INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p>NORMAS DE ENSAYO INV E-122, INV E-123, INV E-125 Y INV E-126 EQUIVALENTES: ASTM D2216, ASTM D422, AASHTO T88, AASHTO T90</p>	<p>VERSIÓN 02</p>
PAG 1 DE 1		
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO - CESAR</p> <p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIARIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR</p> <p>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016</p>		<p>CONSECUTIVO No</p> <p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS</p> <p>LOCALIZACIÓN:</p> <p>COLOR: HABANO</p> <p>Apique No 2 Profundidad (m)</p> <p>Muestra No 6 0,00 m - 0,65 m</p>
<p>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</p>		
P ₁ = 1355,5 g	P ₂ = 1194,4 g	
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)
2 1/2"		0,0
2"	125,3	9,2
1 1/2"	112,3	8,3
1"	122,0	9,0
3/4"	110,1	8,1
1/2"	175,9	13,0
3/8"	135,0	10,0
No. 4	95,1	7,0
No. 10	86,3	6,4
No. 40	110,1	8,1
No. 200	122,3	9,0
FONDO	161,1	11,9
SUMATORIA	1355,5	
ERROR	0,0	Bien
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p>		
RECIPiente No.		
No. DE GOLPES		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)		
PESO DEL RECIPiente (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-
<p>LÍMITE PLÁSTICO</p>		
RECIPiente No.		
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)		
PESO DEL RECIPiente (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NP	NP
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p>		
		
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)
64,6	23,5	11,9
<p>LÍMITE LÍQUIDO (%)</p>		
LÍMITE PLÁSTICO (%)	I. DE GRUPO	A-1a
IND. PLÁSTICIDAD (%)	NP	U.S.C.S.
<p>OBSERVACIONES:</p>		
Suelos	Aplicación	Tamaño máximo
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"
<p>CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN</p>		
		
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p>		
 <p>RUFINO PABON LARA LABORATORISTA</p>		 <p>JOSE PALENCIA MORALES FIRMA GERENTE</p>
<p>RN DEL INFORME</p>		

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO</p>	<p>INFORME DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p>NORMAS DE ENSAYO DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126 EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89, ASSHTO T90</p>	<p>VERSIÓN 02</p>			
PAG 1 DE 1					
CONSECUTIVO No					
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR</p> <p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR</p> <p>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016</p>	<p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS</p> <p>LOCALIZACIÓN: HABANO GRISACEO</p> <p>APIQUE No 2 Profundidad (m)</p> <p>Muestra No 2 0,65 m - 1,25 m</p>				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ	P ₁ = 1122,3 g	P ₂ = 1003,2	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)
2 1/2"				0,0	100,0
2"			135,1	12,0	88,0
1 1/2"			112,3	10,0	78,0
1"			100,1	8,9	69,0
3/4"			112,2	10,0	59,0
1/2"			104,1	9,3	49,8
3/8"			100,0	8,9	40,9
No. 4			66,4	5,9	34,9
No. 10			86,3	7,7	27,2
No. 40			88,0	7,8	19,4
No. 200			98,7	8,8	10,6
FONDO			119,1	10,6	
SUMATORIA			1122,3		
ERROR			0,0	Bien	
LÍMITE LÍQUIDO					
RECIPiente No.	No. DE GOLPES	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	PESO DEL RECIPiente (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
		NP	NP	NP	NP
LÍMITE PLÁSTICO					
RECIPiente No.	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	PESO DEL RECIPiente (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
	NP	NP	NP	NP	
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)		
65,1	24,3	10,6	1,80		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	Índice DE GRUPO	LÍMITE PLÁSTICO (%)			
		A-1a			
IND. PLÁSTICIDAD (%)	NP	U.S.C.S.			
		GW-GM			
Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



JP INGENIERIA CIVIL S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PAG 1 DE 1

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG

NORMAS DE ENSAYO

DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126

EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89, ASSHTO T90

VERSIÓN 02

CONSECUTIVO No

NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS

OBRAS Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR

LOCALIZACIÓN:

COLOR: GRISACEO

RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S

Apique No

2

Profundidad (m)

Muestra No

3

1,25 m - 2,0 m

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

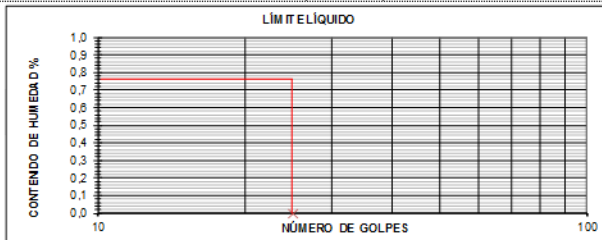
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)
2 1/2"	1455,3	0,0	100,0
2"	165,2	11,4	88,6
1 1/2"	145,2	10,0	78,7
1"	122,4	8,4	70,3
3/4"	132,1	9,1	61,2
1/2"	112,4	7,7	53,5
3/8"	104,8	7,2	46,3
No. 4	185,3	12,7	33,5
No. 10	100,2	6,9	26,6
No. 40	128,3	8,8	17,8
No. 200	118,2	8,1	9,7
FONDO	141,2	9,7	
SUMATORIA	1455,3		
ERROR	0,0	Bien	

LÍMITE LÍQUIDO

RECIPiente No.			
No. DE GOLPES			
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
PESO DEL RECIPIENTE (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-

LÍMITE PLÁSTICO

RECIPiente No.			
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)			
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP
PESO DEL RECIPIENTE (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			



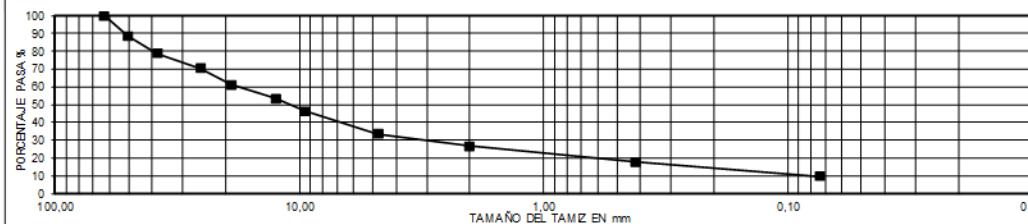
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
66,5	23,8	9,7	2,30

LÍMITE LÍQUIDO (%)		I DE GRUPO	
LÍMITE PLÁSTICO (%)		A.A.S.H.T.O.	A-1a
IND. PLASTICIDAD (%)	NP	U.S.C.S.	GW-GM

OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-

CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN


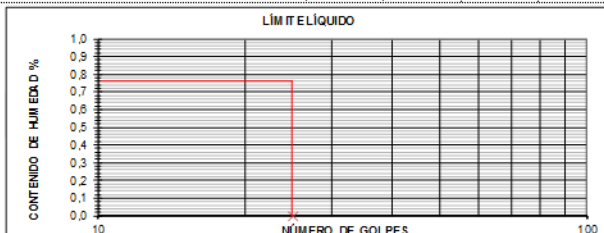
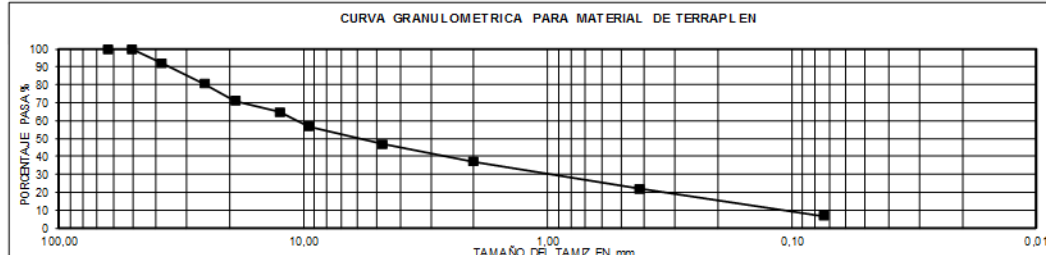

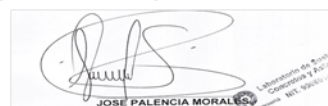


- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

RURINO PABON LARA
LABORATORISTA

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO
FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME

 <p>JP INGENIERIA CIVIL S.A.S LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO</p>	<p>INFORME DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG</p> <p>NORMAS DE ENSAYO DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126 EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89, ASSHTO T90</p>	<p>VERSIÓN 02</p>																								
PAG 1 DE 1																										
CONSECUTIVO No																										
<p>NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR</p> <p>OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR</p> <p>RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016</p>	<p>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA LIMOSA CON PORCENTAJE APRECIABLE DE FINOS</p> <p>LOCALIZACIÓN: COLOR: GRISACEO</p> <p>Apique No 2 Profundidad (m)</p> <p>Muestra No 4 2,0 m - 3,25 m</p>																									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																										
TAMIZ	P ₁ = 1655,2 g PESO RET. (g)	P ₂ = 1543,4 PORCENT RET. (%) PORCENT PASA (%)																								
2 1/2"		0,0 100,0																								
2"		0,0 100,0																								
1 1/2"	132,5	8,0 92,0																								
1"	188,2	11,4 88,6																								
3/4"	161,2	9,7 90,3																								
1/2"	102,4	6,2 93,8																								
3/8"	134,5	8,1 91,9																								
No. 4	162,5	9,8 90,2																								
No. 10	158,3	9,6 89,4																								
No. 40	255,6	15,4 84,6																								
No. 200	248,2	15,0 85,0																								
FONDO	111,8	6,8 93,2																								
SUMATORIA	1655,2																									
ERROR	0,0	Bien																								
LÍMITE LÍQUIDO																										
RECIPiente No.																										
No. DE GOLPES																										
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP																								
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)																										
PESO DEL RECIPiente (g)																										
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-																								
LÍMITE PLÁSTICO																										
RECIPiente No.																										
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)																										
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP																								
PESO DEL RECIPiente (g)																										
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)																										
GRÁFICO																										
																										
OBSERVACIONES:																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Suelos</th> <th>Aplicación</th> <th>Tamaño máximo</th> <th>Pasa No 200</th> <th>Límite Líquido</th> <th>Índice Plástico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Seleccionados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>3"</td> <td>< 25%</td> <td>< 30</td> <td>< 10</td> </tr> <tr> <td>Adecuados</td> <td>Corona, Núcleo o Cimiento</td> <td>4"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>< 15</td> </tr> <tr> <td>Tolerables</td> <td>Núcleo o Cimiento</td> <td>6"</td> <td>< 35%</td> <td>< 40</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico	Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10	Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15	Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-
Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico																					
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10																					
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15																					
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-																					
CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE TERRAPLEN																										
																										
<p>1. Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLA DO"), no tienen Validez.</p> <p>2. Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.</p> <p>3. Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.</p> <p>4. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.</p>																										
 RUFINO PABON LARA LABORATORISTA	 JOSE PALENCIA MORALES FIRMA GERENTE																									
FIN DEL INFORME																										



JP INGENIERIA CIVIL S.A.S
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PAG 1 DE 1

INFORME DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO Y
LÍMITES DE ATTERBERG
NORMAS DE ENSAYO
DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126
EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89,
ASSHTO T90

VERSIÓN 02

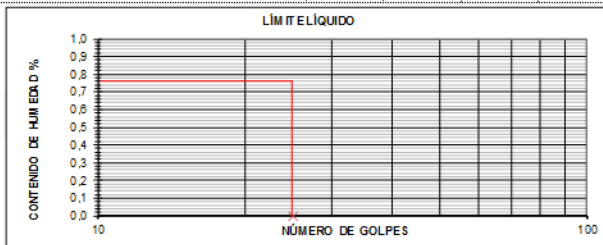
NOMBRE DEL CLIENTE: ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR		CONSECUTIVO No	
OBRA Y LOCALIZACIÓN: PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: GRAVA MAL GRADADA CON POCO O NADA DE FINOS	
RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA: JP INGENIERIA CIVIL S.A.S		LOCALIZACIÓN: CARMELITA	
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO: 20/04/2016		Apique No 2 Profundidad (m)	
		Muestra No 5 3,25 m - 4,50 m	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO			
	P ₁ = 1255,3 g		P ₂ = 1217,1 g	RECIPiente No.			
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	No. DE GOLPES			
2 1/2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
1 1/2"	99,6	7,9	92,1	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
1"	98,3	7,8	84,2	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-
3/4"	101,2	8,1	76,2				
1/2"	99,6	7,9	68,2				
3/8"	112,3	8,9	59,3				
No. 4	144,2	11,5	47,8				
No. 10	158,3	12,6	35,2				
No. 40	255,6	20,4	14,8				
No. 200	148,0	11,8	3,0				
FONDO	38,2	3,0					
SUMATORIA	1255,3						
ERROR	0,0	Bien					

GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
52,2	44,8	3,0	2,30

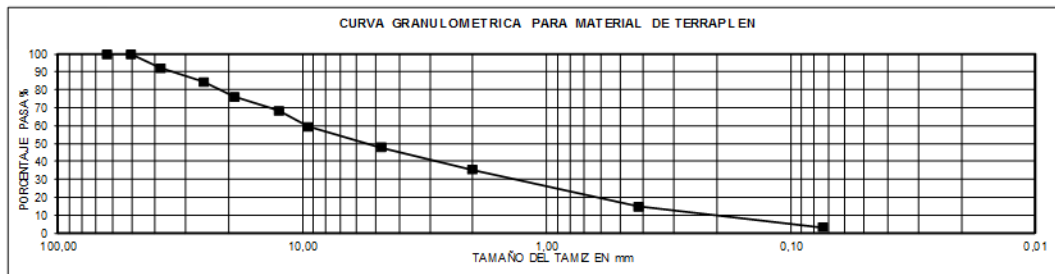
LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	IND. PLÁSTICIDAD (%)
	NP	GP

LÍMITE PLÁSTICO			
RECIPiente No.			
PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)			
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP
PESO DEL RECIPIENTE (g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			



OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

RUFINO PABON LARA
LABORATORISTA

JOSÉ PALENCIA MORALES
FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME



JP INGENIERIA CIVIL S.A.S
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

INFORME DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO Y
LÍMITES DE ATTERBERG
NORMAS DE ENSAYO
DNV E-122, DNV E-123, DNV E-125 Y DNV E-126
EQUIVALENTES : ASTM D2216, ASTM D422, ASSHTO T88, ASSHTO T89,
ASSHTO T90

VERSIÓN 02

PAG 1 DE 1

NOMBRE DEL CLIENTE:	ALCALDIA DE LA JAGUA DE IBIRICO- CESAR	CONSECUTIVO No	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	GRAVA MAL GRADADA CON POCO O NADA DE FINOS
OBRA Y LOCALIZACIÓN:	PUENTE DEL RIO SAN ANTONIO EN VIA TERCIA, MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO, CESAR	LOCALIZACIÓN:	COLOR:	CARMELITA
RESPONSABLE TOMA DE LA MUESTRA:	JP INGENIERIA CIVIL S.A.S	Apique No	2	Profundidad (m)
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO:	20/04/2016	Muestra No	6	4,50 m - 6,30 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				LÍMITE LÍQUIDO			
	P ₁ = 1228,0 g		P ₂ = 1188,1 g	RECIPIENTE No.			
TAMIZ	PESO RET. (g)	PORCENT RET. (%)	PORCENT PASA (%)	No. DE GOLPES			
2 1/2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)	NP	NP	NP
2"		0,0	100,0	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)			
1 1/2"	88,0	7,2	92,8	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
1"	99,3	8,1	84,7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	-	-
3/4"	99,2	8,1	76,7	LÍMITE PLÁSTICO			
1/2"	112,5	9,2	67,5	RECIPIENTE No.			
3/8"	135,2	11,0	56,5	PESO RECIP. + MAT. HUMEDO (g)			
No. 4	88,0	7,2	49,3	PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	NP	NP	NP
No. 10	112,3	9,1	40,2	PESO DEL RECIPIENTE (g)			
No. 40	216,0	17,6	22,6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
No. 200	235,6	19,2	3,4				
FONDO	41,9	3,4					
SUMATORIA	1228,0						
ERROR	0,0	Bien					

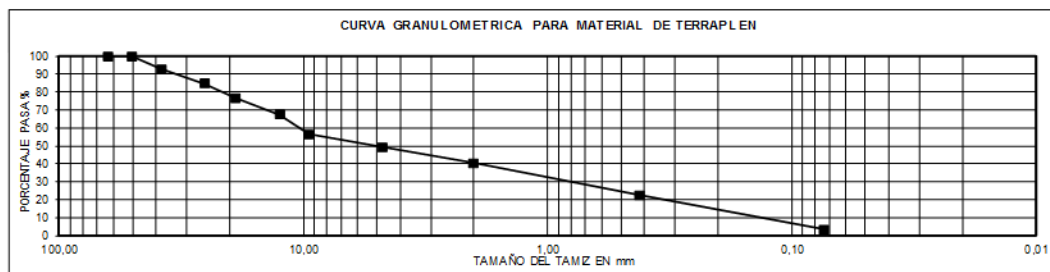
GRAVA (%)	ARENA (%)	PASA/200 (%)	HUM NAT (%)
50,7	45,9	3,4	4,00

LÍMITE LÍQUIDO (%)	I DE GRUPO
LÍMITE PLÁSTICO (%)	A.A.S.H.T.O.
IND. PLÁSTICIDAD (%)	US.C.S.
NP	GP

LÍMITE LÍQUIDO

OBSERVACIONES:

Suelos	Aplicación	Tamaño máximo	Pasa No 200	Límite Líquido	Índice Plástico
Seleccionados	Corona, Núcleo o Cimiento	3"	< 25%	< 30	< 10
Adecuados	Corona, Núcleo o Cimiento	4"	< 35%	< 40	< 15
Tolerables	Núcleo o Cimiento	6"	< 35%	< 40	-



- Los Informes de Laboratorio sin firmas originales del Director Técnico o laboratorista y sello del Laboratorio ("DOCUMENTO CONTROLADO"), no tienen Validez.
- Los Resultados contenidos en este Informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los Ensayos.
- Este Informe expresa fielmente los resultados obtenidos. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente del laboratorio que lo emite.
- El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los Resultados.

RURINO PABON LARA
LABORATORISTA

JOSE PALENCIA MORALES
FIRMA GERENTE

FIN DEL INFORME

Anexo P. Carta Laboral JP ingeniería Civil



LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y CONCRETOS

NIT 900.601.487-7

EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL

CERTIFICA:

Que la señora **LISBETH CAROLINA AGUILAR LOPEZ**, identificada con cédula de ciudadanía No 1.064.114.659 de La Jagua de Ibirico, Cesar. Laboró en esta empresa desde el 26 de Enero hasta el 30 de Julio del presente año, desempeñándose de una manera satisfactoria en el cargo de Practicante en laboratorio de suelos, asfaltos y concretos S.A.S, con contrato por la duración de la pasantía (6 meses). Asignándole como trabajo en específico la realización de un estudio geotécnico: estimación de la capacidad portante, realizada para la alcaldía de la Jagua de Ibirico.

Se expide la presente certificación a solicitud del interesado a (1) día del mes de agosto de 2016.

Atentamente,

JOSÉ ENRIQUE PALENCIA MORALES
GERENTE

Anexo Q. Carta laboral Explominerales de la Costa S.A

CARRERA 30 N° 31 – 07 ALAMOS I, TEL: 300 810 1792 - VALLEDUPAR



Explominerales
de la **COSTA S.A**
NIT: 900.626.503 - 5

Valledupar 01 de Agosto 2016

Señores:

COMITÉ DE INVESTIGACION

Programa de ingeniería geológica
Facultad de ingenierías y ciencias básicas
Fundación universitaria del área andina

Cordial saludo,

Por medio de la presente notifico a ustedes que la alumna **LISBETH CAROLINA AGUILAR LOPEZ** identificada con C.C. 1.064.114.659 de la Jagua de Ibirico Cesar, realizo su práctica empresarial en nuestra empresa el mes de Junio y Julio del año 2016, realizando las siguientes actividades:

- Control de producción
- Informes de laboratorio.
- Ensayos de laboratorio de concretos.
- Control de calidad de agregados pétreos.

La hora de ingreso a nuestras instalaciones es desde las 7am hasta las 5 pm.

Cordialmente:

JOHANA MECON SALCEDO
JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

KM 4 VIA LA MESA - Contacto: 315 665 5035 – E-mail:
explomineralesdelacosta@hotmail.com
Valledupar- Colombia